



# Makrolevien esiintyminen ja seuranta Uudenmaan rannikkovesillä

Valtakunnallisen makrofyyttiseurannan kuvaus ja  
toteutus Uudellamaalla 1993–2016

ARI RUUSKANEN





# Makrolevien esiintyminen ja seuranta Uudenmaan rannikkovesillä

Valtakunnallisen makrofyyttiseurannan kuvaus ja toteutus  
Uudellamaalla 1993–2016

ARI RUUSKANEN

RAPORTTEJA 100 | 2016

Makrolevien esiintyminen ja seuranta Uudenmaan rannikkovesillä

Valtakunnallisen makrofyttiseurannan kuvaus ja toteutus Uudellamaalla 1993–2016

Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

Taitto: Ari Ruuskanen

Kansikuva: Ari Ruuskanen

ISBN 978-952-314-526-9 (PDF)

ISSN 2242-2854 (verkkojulkaisu)

URN:ISBN:978-952-314-526-9

[www.doria.fi/ely-keskus](http://www.doria.fi/ely-keskus)

# Sisältö

<b>1. Uudenmaan ELY-keskuksen seuraamien rannikkovesien makrolevien ekologiaa .....</b>	<b>2</b>
<b>1.1 Mikä on makrofyytti .....</b>	<b>2</b>
<b>1.2 Mikä on makrolevä .....</b>	<b>3</b>
<b>1.3 Mikä on rantavyöhyke ja makrolevävyöhykkeisyys .....</b>	<b>3</b>
1.3.1. Rantavyöhyke .....	3
1.3.2. Kovien pohjien makrolevävyöhykkeisyys .....	3
<i>Rihmalevävyöhyke.....</i>	<i>4</i>
<i>Rakkolevävyöhyke.....</i>	<i>5</i>
<i>Punalevävyöhyke .....</i>	<i>6</i>
<b>1.4 Lajistoon ja levävyöhykkeisyyteen vaikuttavia ympäristötekijöitä.....</b>	<b>8</b>
1.4.1. Maantieteellisen välimatkan aiheuttama vaihtelu .....	9
1.4.2. Saaristaisuudesta johtuva vaihtelu .....	10
1.4.3. Vuodenaikainen vaihtelu, esiintyminen .....	12
1.4.5. Vuodenaikainen vaihtelu, runsaus .....	13
1.4.5. Vuosien välinen vaihtelu, esiintyminen ja runsaus .....	17
<b>1.5 Irtonaiset rantaan ajautuneet levälautat.....</b>	<b>17</b>
<b>2. Uudenmaan ELY-keskuksen makrofyyttiseurannan tarkoitus ja kuvaus .....</b>	<b>19</b>
<b>2.1 Mitä tarkoittaa makrofyyttiseuranta.....</b>	<b>19</b>
<b>2.2 Miksi makrofyyttiseurantaa tehdään .....</b>	<b>19</b>
<b>2.3 Uudenmaan ELY-keskuksen monitoroimat rannikkovedet .....</b>	<b>20</b>
<b>2.4 Miksi seurantaan valittiin makrolevät.....</b>	<b>20</b>
2.4.1. Vuodenaikaiset rihmamaiset makrolevät .....	21
2.4.2. Monivuotiset makrolevät .....	21
<b>2.5 Vuosittainen seuranta.....</b>	<b>22</b>
2.5.1. Mitä vuosittaisessa makrofyyttiseurannassa tehdään .....	24
<b>2.6 Kolmen vuoden välein tehtävä seuranta.....</b>	<b>27</b>
2.6.1. Mitä joka kolmas vuosi tehtävässä seurannassa tehdään .....	27
<b>3. Seuranta-aineiston jalostus.....</b>	<b>32</b>
<b>3.1 Mitä tarkoittaa seuranta-aineiston jalostus.....</b>	<b>32</b>
<b>3.2 Mitä ovat jalostuksessa käytetyt muuttujat ja mitä ne kertovat .....</b>	<b>32</b>
3.2.1. Lajilukumäärä ja lajisto .....	32
3.2.2. Lajien ja levävyöhykkeiden kasvusyvyydet.....	34
3.2.3. Kasvuston peittävyys .....	35
<b>3.3 Seuranta-aineiston yhdistäminen muuhun ympäristöaineistoon .....</b>	<b>38</b>
<b>3.4 Aineiston jalostus yleiskuvan saamiseksi Uudenmaan rannikkovesien rantavyöhykkeen tilasta .....</b>	<b>39</b>
3.4.1. Lajilukumäärä ja lajisto .....	39
3.4.2. Monivuotisten lajien lajilukumäärän tarkastelu vuosien välillä .....	40
3.4.3. Monivuotisten lajien runsaudesta ja kasvusyvyydestä .....	41
3.4.4. Rakkolevän taantuminen .....	42
3.4.5. Vesipuitedirektiivin mukaisesti kerätyn aineiston jalostus .....	44
<b>3.5 Aineiston jalostus ympäristövaikutusarviointeihin .....</b>	<b>45</b>
3.5.1. Makrofyyttien herkkyys vesien yhdyskuntatoiminnalle .....	45

3.5.2. Makrolevät ympäristövaikutusarvioinneissa.....	50
<b>4. Lähteet.....</b>	<b>52</b>
<b>Liitteet.....</b>	<b>55</b>





# 1. Uudenmaan ELY-keskuksen seuraamien rannikkovesien makrolevien ekologiaa

Tässä osassa kuvaillaan vesikasveja eli makrofyyttejä, erityisesti makroleviä, sekä niiden ekologiaa ja elinympäristöä sellaisella tasolla, että se edesauttaa myöhemmin kuvattavan makrofyyttiseurannan ja sen tavoitteiden ymmärtämistä Uudenmaan ELY-keskuksen seurannan piirissä olevilla rannikkovesillä. Esitetyt ekologiset kuvaukset vesikasveista ja niiden olemuksesta perustuvat Uudenmaan ELY-keskuksen keräämään seuranta-aineistoon. Kuvausten soveltaminen muille rannikkovesille vaatii paikallisten olosuhteiden huomioimista.

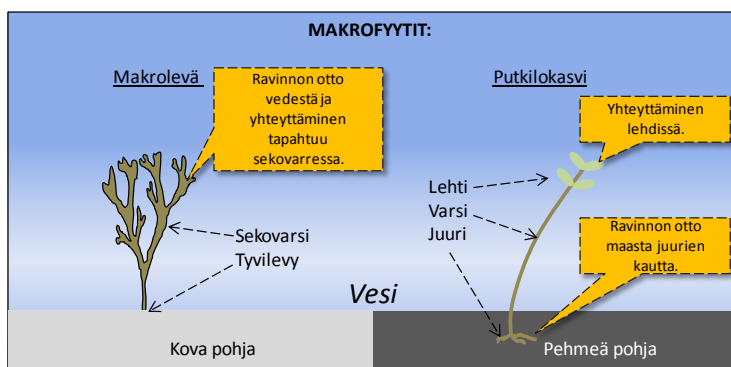
## 1.1 Mikä on makrofyytti

Makrofyytti tarkoittaa suurikokoista, käytännössä silmällä nähtävää vesikasvia (kuva 1).



Kuva 1. Makrofyyttejä eli suurikokoisia vesikasveja.

Makrofyytit jaetaan kolmeen ryhmään. Kaksi pääryhmää ovat makrolevät ja putkilokasvit (kuva 2), kolmannen pienemmän ryhmän muodostavat näkinpartaiset. Makrolevät ovat kehitykseltään yksinkertaisin ryhmä. Niillä ei ole erikoistuneita juuri-, varsi- tai lehtiosia. Makrolevällä on sekovarsi, joka hoitaa levän elintoimintoja, kuten ravinnon ottoa vesipatsaasta ja yhteyttämistä, sekä kasvualustaan kiinnittymisen. Makrolevä kiinnittyy kovalle pohjalle tyvilevyn avulla. Putkilokasveilla on tehtäviinsä erikoistuneet juuriosat, joilla kasvi hoitaa kiinnittymisen ja ravinnon oton pohjasta. Varsiosat hoitavat ravinnon kuljettamisen lehtiosiin, joissa yhteyttäminen tapahtuu. Putkilokasvit tarvitsevat juurtuakseen pehmeää pohjaa. Näkinpartaiset ovat rakenteeltaan makrolevien ja putkilokasvien välimuoto.

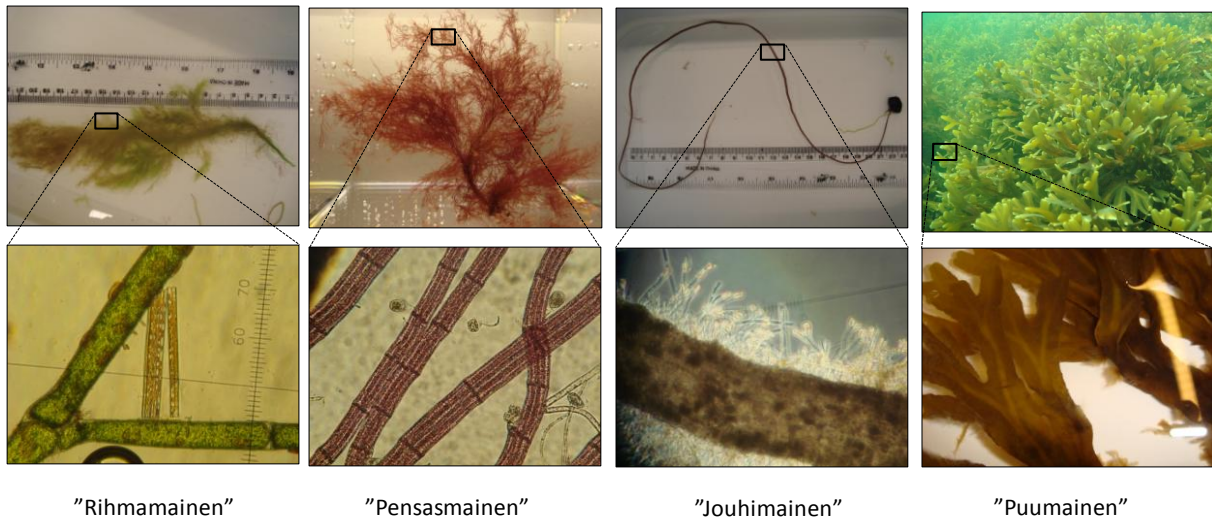


Kuva 2. Makrofyyttien pääryhmät: makrolevä ja putkilokasvi.



## 1.2 Mikä on makrolevä

Makrolevät ovat rakenteeltaan ja muodoltaan monimuotoinen ryhmä. Niiden sekovarren rakenne voi vaihdella lajikohtaisesti yhden solukerroksen muodostamasta rihmasta useamman solukerroksen paksuiseen sekovarteen. Sekovarren muoto voi olla esimerkiksi rihmamainen, lehtimäinen, pensasmainen, jouhimainen tai puumainen (kuva 3). Makrolevän sekovarsi on pienimmillään hiuksen ohut, suurimmat lajit voivat kasvaa yli metrin korkuiseksi. Makrolevät esiintyvät rantavyöhykkeessä kovilla pohjilla veden pinnasta niin syväälle kuin niillä on tarpeeksi valoa elintoimintoihinsa. Yleensä ne muodostavat vyöhykkeitä lajityypillisesti eri syvyyksille.



Kuva 3. Esimerkkejä makrolevien muodoista ja rakenteista. Yläkuvassa levä kokonaisena ja alakuvassa ko. levän mikroskooppirakenne.

## 1.3 Mikä on rantavyöhyke ja makrolevävyöhykkeisyys

### 1.3.1. Rantavyöhyke

Rantavyöhykkeellä tarkoitetaan vedenalaista pohjaa, joka ulottuu veden pinnasta siihen syvyyteen, jossa vesikasvillisuutta esiintyy syvimmillään. Kasvillisuuden syvyyslevittäytymistä säätelee meren pohjalle saapuvan valon määrä ja kasvuun soveltuvan pohjan esiintyminen.

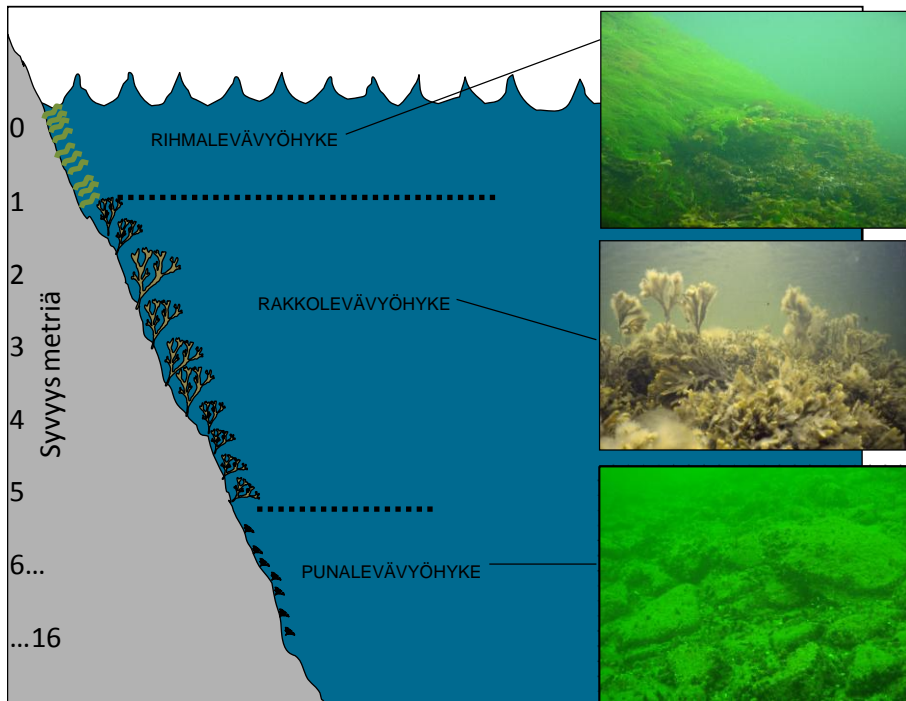
Rantavyöhykkeen pohjan laatu luokitellaan pääsääntöisesti koviin ja pehmeisiin pohjiin. Koviin pohjiin luetaan kallio, louhikko, kivikko ja osin sorapohjat. Pehmeitä pohjia ovat hiekka- ja mutapohjat. Vesikasvillisuuden esiintyminen on sidoksissa pohjan laatuun. Putkilokasvit ja näkinpartaiset esiintyvät pehmeillä pohjilla ja makrolevät kovilla pohjilla.

Rantavyöhyke ja sen vesikasvillisuus ovat vuorovaikutussuhteessa muihin ekosysteemeihin. Ulkosaariston rantavyöhyke on yhteydessä ulappa-ekosysteemiin ja saa ravinteita mm. kumpuamisen seurauksena. Sisäsaariston rantavyöhykkeet ovat alttiina myös jokien maista tuomalle ravinnekuormitukselle.

### 1.3.2. Koven pohjien makrolevävyöhykkeisyys

Rantavyöhykkeessä kovilla pohjilla esiintyvien makrolevien elintavoille on tyypillistä, että ne muodostavat syvyysuuntaisia vyöhykkeitä. Makrolevät jaotellaan lajin ja lajiryhmien esiintymisen mukaan syvyysuun-

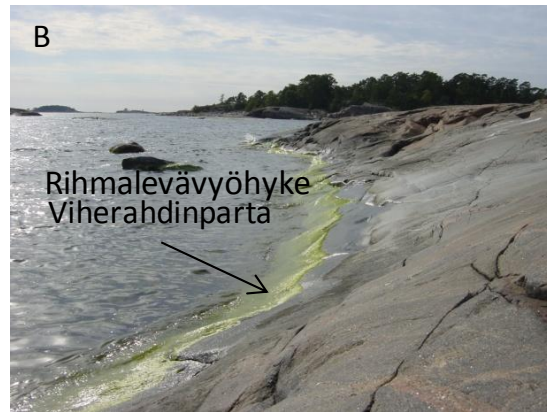
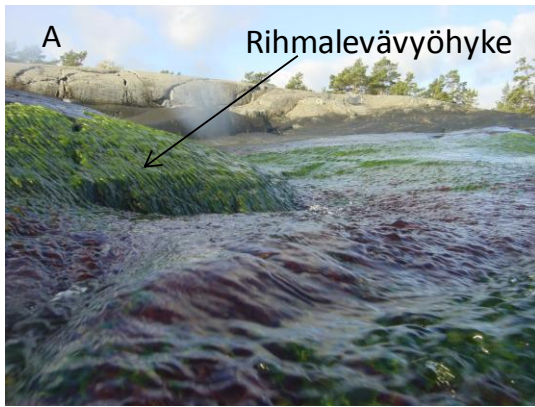
taisesti vyöhykkeisiin, joita ovat rihmalevävyöhyke, rakkolevävyöhyke ja punalevävyöhyke. Rihmalevävyöhyke ulottuu veden pinnasta noin yhden metrin syvyyteen asti. Rakkolevävyöhyke ulottuu noin yhden metrin syvyydeltä keskimäärin 3–5 metrin syvyyteen. Rakkolevävyöhykkeen syvemmällä puolella esiintyy punalevävyöhyke ulottuen Uudenmaan ulkosaariston seuranta-alueilla noin 16–20 metrin syvyyteen (kuva 4).



Kuva 4. Rantavyöhyke ja siinä esiintyvät levävyöhykkeet Uudenmaan rannikkovesien ulkosaaristossa graafisesti ja valokuvin esitettynä. Levävyöhykkeet on erotettu graafisessa esityksessä vaakasuorin pisteviivoin. Rannalla seistessä voi hyvissä olosuhteissa nähdä paljain silmin 2-3 metrin syvyyteen rakkolevävyöhykkeen yläosaan asti.

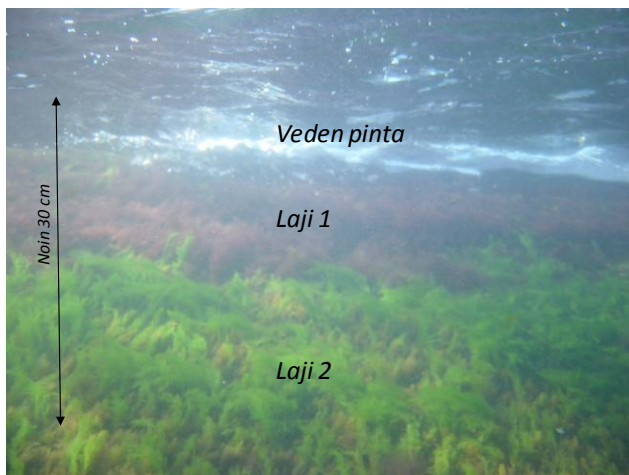
## Rihmalevävyöhyke

Rihmalevävyöhykkeessä esiintyy rakenteeltaan rihmamaisia leviä. Rihmamainen rakenne tarkoittaa yleensä yhden solun levyisiä sekovarsia. Levien rakenne on rihmamainen perustuen niiden elinstrategiaan. Jäiden kulutus ja vuodenaikaiset veden pinnan vaihtelut puhdistavat pohjaa aika ajoin, jolloin lajisto pyyhkiytyy pois, eikä niillä ole aikaa kasvattaa mutkikkaita tai monivuotisia rakenteita. Lajien esiintymisaika rihmalevävyöhykkeessä on muutamasta päivästä muutama kuukauteen. Rihmalevävyöhykkeelle on ominaista suuri vuodenaikainen vaihtelevuus lajistossa ja lajirunsaudessa. Lajit eivät esiinny samanaikaisesti vaan niille ominaisina vuodenaikoina. Lajien vaihtuminen tapahtuu siten, että uusi laji aloittelee kasvuaan vanhan väistyessä. Kesäaikana, jolloin useimmat liikkuvat saaristossa, valtalajina on ahdinparta (kuva 5). Kesäaikana rihmalevävyöhykkeessä esiintyy Uudenmaan seuranta-alueilla 3–5 lajia ja leväkasvustojen peittävyys on käytännössä 100 %.



Kuva 5 A ja B. Vedenpinnan laskun myötä kesällä paljaaksi jäänyttä rihmalevävyöhykettä, jossa viherrahdinparta on pääasiallinen laji.

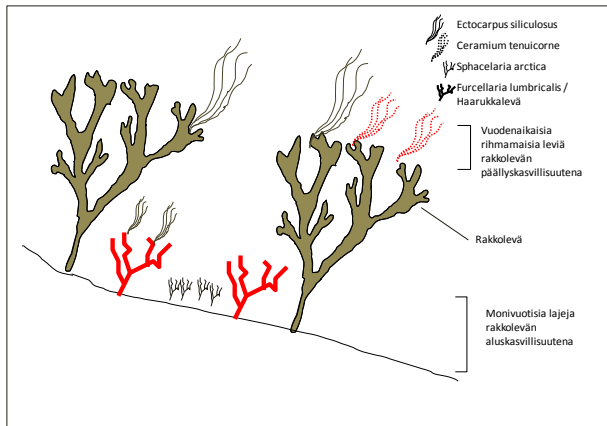
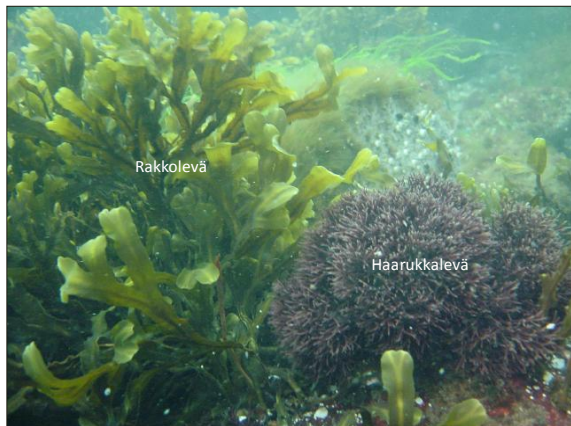
Rihmalevävyöhyke käsitetään yleensä yhtenäiseksi vyöhykkeeksi. Se näyttää yhtenäiseltä koska pitkät rihmat makaavat pohjaa pitkin ja saattavat peittää alleen lyhempiä kasvustoja. Tarkemmin tarkasteltuna rihmalevävyöhykkeessä saattaa esiintyä muutama ns. mikrovyyhyke (kuva 6). Mikrovyyhykkeet ovat syvyysuunnassa muutaman senttimetrin levyisiä. Osa vyöhykkeistä on pinnan päällisellä alueella. Tämä johtuu siitä että merenpinta on ollut korkeammalla lajin kolonisoituessa eli itiöiden asettuessa pohjalle ja pinnan laskiessa laji on jäänyt pinnan yläpuolelle. Kuvassa 5 näin on käynyt viherrahdinparralle. Rihmalevävyöhykkeestä saattaa myös löytyä paljas alue. Tämä voi johtua useammasta eri tekijästä. Esimerkiksi veden pinta saattaa kohota sellaisena aikana kun mikään laji ei kolonisoitu tai veden pinnan nousu on tapahtunut havaintohetkeen nähden äskettäin ja uutta kasvustoa ei ole vielä ehtinyt muodostua.



Kuva 6. Rihmalevävyöhykkeen mikrovyyhykkeet. Kuvassa on esitetty veden pinta ja noin 30 cm rannan vedenalaista osaa kohtisuoraan rantaan päin katsottuna. Koska rihmalevävyöhykkeessä esiintyy vain vuodenaikaisia lajeja, on vuodenaikainen vaihtelu lajistossa ja lajien runsaudessa voimakasta.

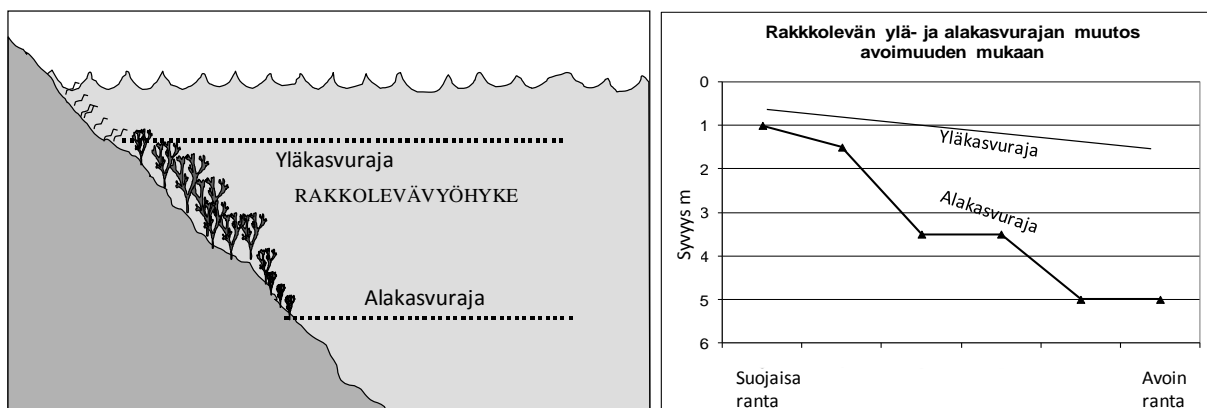
## Rakkolevävyöhyke

Rakkolevävyöhyke määritellään alueeksi, jolla rakkolevä (*Fucus vesiculosus*) esiintyy. Rakkolevä on Suomen rannikon yleisin isokokoinen makrolevä. Laji on monivuotinen ja se esiintyy lähes kaikilla kovilla pohjilla. Rakkolevä muodostaa suotuisissa olosuhteissa yhtenäisen vyöhykkeen, joka alkaa heti rihmalevävyöhykkeen alalaidasta noin 1 metrin syvyydestä ja ulottuu noin 3–5 metrin syvyyteen. Rakkolevävyöhykkeessä esiintyy myös muita monivuotisia lajeja ja vuodenaikaisia rihmaleviä. Vuodenaikaiset rihmamaiset levät voivat kasvaa rakkolevän päällä, ns. päällyksinä. Monivuotiset lajit puolestaan esiintyvät rakkolevän aluskasvillisuutena (kuva 7). Rakkolevävyöhykkeessä esiintyy Uudenmaan seuranta-alueilla noin 15–20 makrolevälajia.



Kuva 7. Rakkolevävyöhyke ja levien kerrostuneisuus valokuvana ja piirroksena esitettynä.

Rakkolevävyöhykkeessä voidaan erottaa yhtenäisen vyöhykkeen alakasvuraja ja yläkasvuraja. Rakkolevävyöhykkeen ylä- ja alakasvurajat ovat voimakkaasti sidoksissa rannan avoimuuteen. Suojaisella rannalla rakkolevä esiintyy noin 0,5–1 metrin syvyydessä. Rannan avoimuuden kasvaessa rakkolevävyöhykkeen yläkasvuraja siirtyy syvemmälle ja syvyysuuntainen vyöhykkeen leveys kasvaa. Avoimella rannalla rakkolevävyöhyke esiintyy noin 1,5 metrin ja 5 metrin välillä (kuva 8).

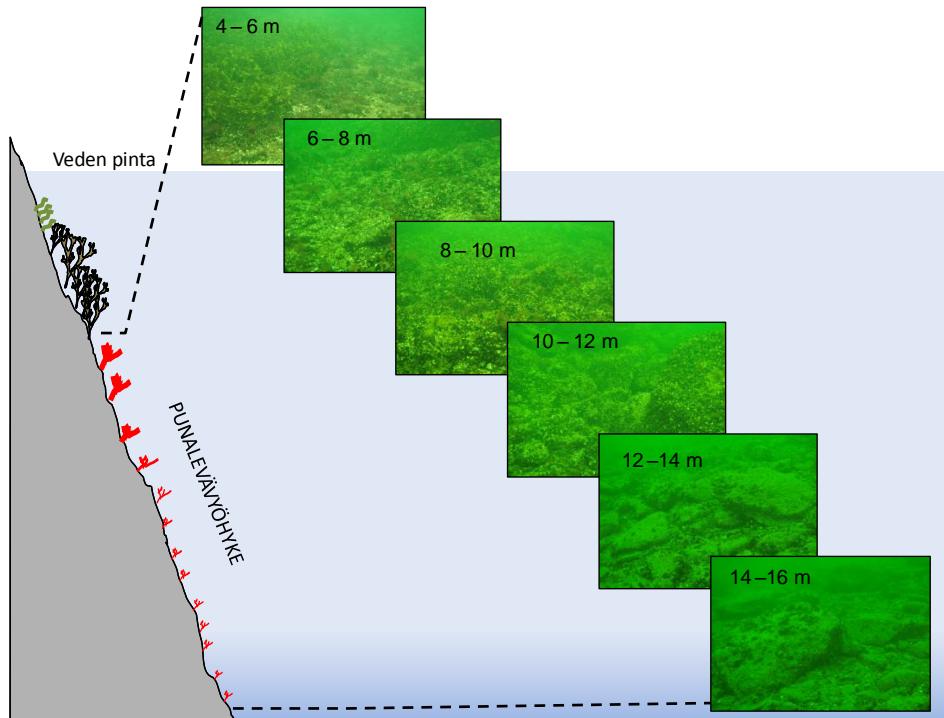


Kuva 8 A ja B. A: Yhtenäisen rakkolevävyöhykkeen ylä- ja alakasvurajat. B: Rakkolevävyöhykkeen ylä- ja alakasvurajojen muutos rannan avoimuuden muutoksen myötä.

## Punalevävyöhyke

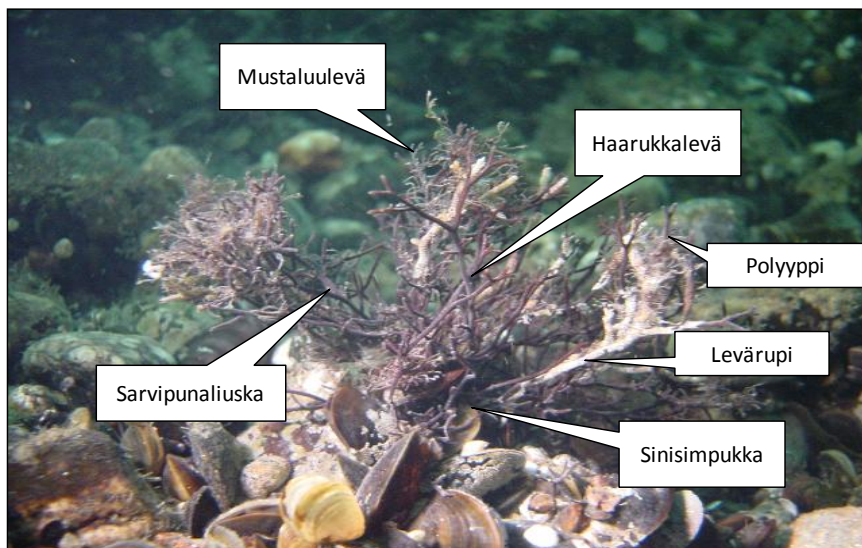
Punalevävyöhyke alkaa siitä syvyydestä, johon rakkolevävyöhyke päättyy. Punalevävyöhyke on suhteellisesti laajin vyöhyke ja se ulottuu noin 3–5 metrin syvyydestä noin 16–20 metrin syvyyteen Uudenmaan seurantapaikoilla ulkosaaristossa. Punalevävyöhykkeen lajisto koostuu pääasiassa monivuotisista lajeista mutta kesäaikana punalevävyöhykkeen yläosissa saattaa esiintyä rihmamaisia vuodenaikaisia leviä. Syvyyden kasvaessa yksilöiden koko pienenee ja myös niiden välimatka toisistaan kasvaa. Syynä tähän on mm. valon määrän väheneminen ja siitä aiheutuva kasvuolosuhteiden heikkeneminen. Levien syvimmän esiintymisalueen kohdalla levät saattavat olla pienikokoisia ja tiheydeltään harvalukuisia, esimerkiksi muutaman millimetrin korkuinen sekovarsi per neliometri (kuva 9). Uudenmaan seurantapaikoilla punalevävyöhykkeessä esiintyy noin 9 lajia.





Kuva 9. Punalevävyöhyke. Kukin valokuva kattaa halkaisijaltaan noin 1,5 metriä leveän alueen.

Yleisimmät lajit, haarukkalevä (*Furcellaria lumbricalis*), mustaluulevä (*Polysiphonia fucoides*) ja sarvipunaliuska (*Phyllophora pseudoceranoides*) muodostavat "kimppuja", joissa esiintyy rinnakkain yleensä sinisimpukoita ja muita selkärangattomia (kuva 10). Tällaiset "kimput" lisäävät rantavyöhykkeen monimuotoisuutta.

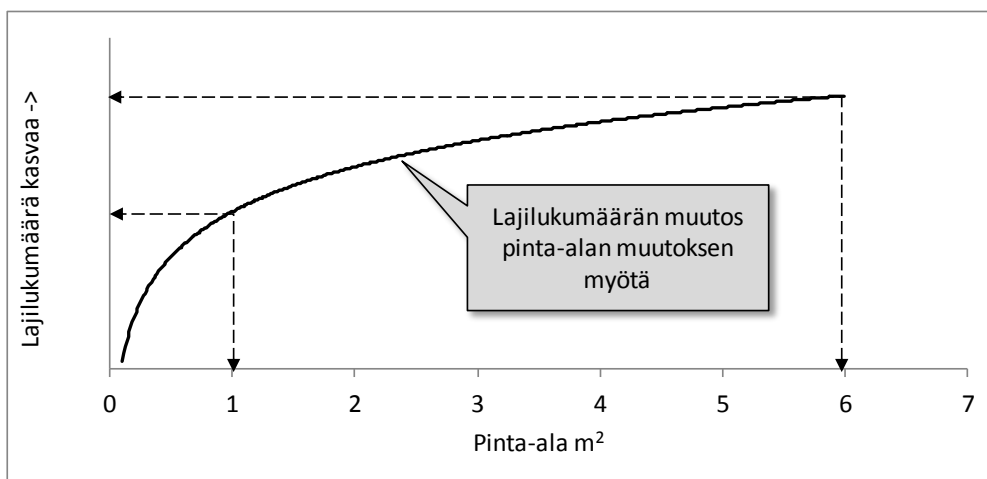


Kuva 10. Haarukkalevän, mustaluulevän ja sarvipunaliuskan muodostama "kimppu", johon on kiinnittynyt (tai ympärille kerääntynyt) selkärangattomia pohjaeläimiä.

Makrolevälajien vyöhykkeisyys rantavyöhykkeessä on universaali ilmiö. Elintilan ollessa rajoitettu lajit sopeutuvat ja kilpailevat alueesta, joka on niille optimaalisin. Levät sopeutuvat valon määrään ja laatuun yhteyttämispigmenttien avulla, mistä myös levien väri johtuu. Vihreät levät ovat sopeutuneet voimakkaaseen valon määrään, joka vallitsee pinnan lähellä. Punaiset levät ovat sopeutuneet vähäiseen valon määrään, joka vallitsee syvempänä. Ruskolevät ovat valon tarpeen suhteen niiden välimaastossa.

Levävyöhykkeitä luokitellaan usealla eri tavalla, koska vaikka vyöhykkeisyys on universaali ilmiö, se esiintyy paikkakohtaisesti eri tavalla. Yksi yleinen tapa on luokitella vyöhykkeet levien värin perusteella viher- rusko- ja punalevävyöhykkeisiin. Termit ovat hieman epätasällisia, sillä rihmalevävyöhykkeessä esiintyy vuoden ajasta riippuen joko lisäksi tai pelkästään rusko- ja punaleviä. Rakkolevävyöhykettä kutsutaan myös rusko-levävyöhykkeeksi. Suomen rannikolla rakkolevä on käytännössä ainoa dominoiva ruskolevä, joten rakkolevävyöhyke on Suomen oloissa vakiintunut nimitys. Makrolevät jaotellaan vyöhykkeisyyden lisäksi myös ryhmiin, jotka perustuvat esimerkiksi lajien vuodenaikaiseen tai maantieteelliseen esiintymiseen. Erilaisia luokitteluja tarvitaan, sillä lajit ja ryhmät ovat ekologiaaltaan erilaisia, eikä kaikkea voida seurata samalla menetelmällä tai samaan vuodenaikaan. Lajeilla voi esimerkiksi olla erilaiset esiintymisaikat ja ne saattavat esiintyä vain tietyllä syvyydsvälillä tai vain tietyn tyyppisessä saaristossa. Tarvitaan tarkoituksenmukaista jaottelua ryhmiin, jotta seuranta voidaan kohdentaa oikein päämäärään saavuttamiseksi.

Makrolevälajien esiintymistiheys vaihtelee. Laji saattaa olla yleinen, mutta esiintyä harvalukuisena. Havaittujen lajien lukumäärä on suhteessa havaintoalueen kokoon. Valtakunnallisessa makrofyytti-seurantamenetelmässä havainnot tehdään kuuden neliömetrin alueelta. Tällöin suurin osa havaintopaikalla esiintyvistä lajeista tulee havaituksi (kuva 11).



Kuva 11. Lajilukumäärän ja havaintoalueen pinta-alan suhde. Kasvattamalla havaintoalueen kokoa esimerkiksi yhdestä neliömetristä kuuteen neliömetriin lajilukumäärä lähes kaksinkertaistuu.

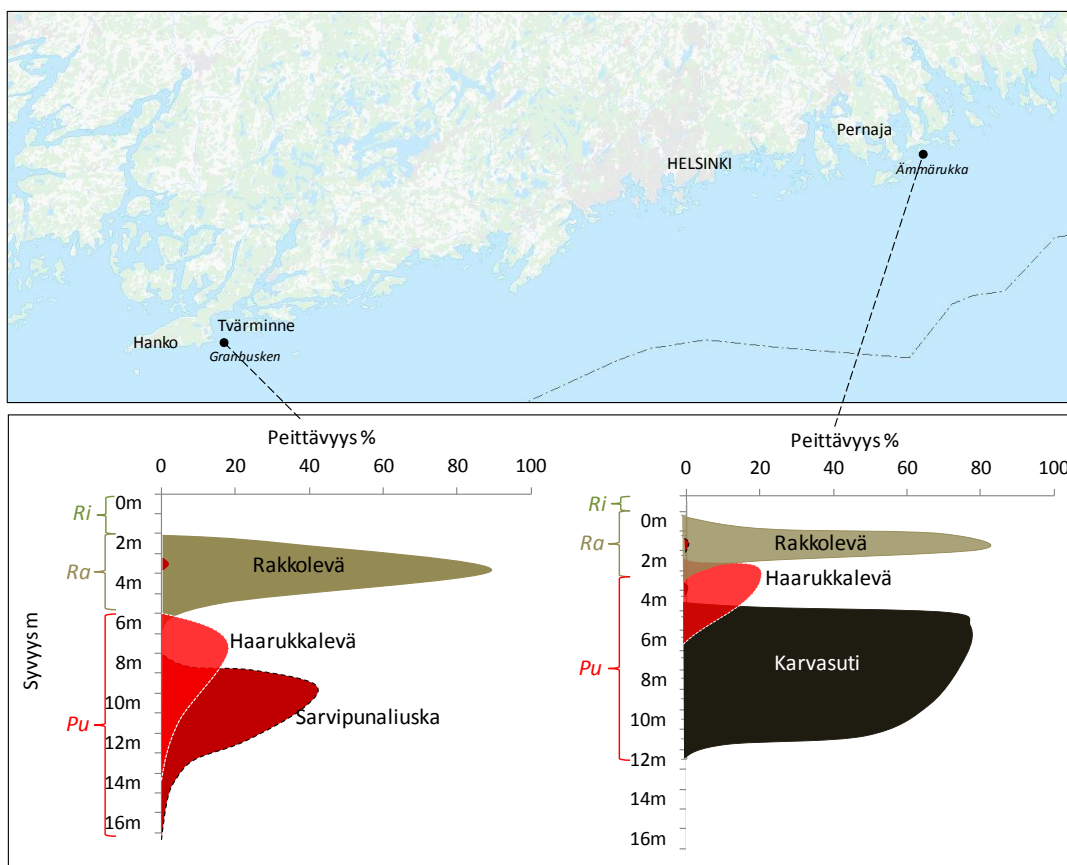
## 1.4 Lajistoon ja levävyöhykkeisyyteen vaikuttavia ympäristötekijöitä

Makrolevälajistossa ja lajien muodostamissa vyöhykkeissä esiintyy vaihtelua. Tärkeimpiä vaihtelun lähteitä kasvurantojen välillä ovat maantieteellinen välimatka ja rantojen sijainti saaristovyöhykkeellä. Ajallisesti vaihtelua esiintyy vuodenaikojen ja vuosien välillä. Vaihtelu voi olla luonnollista tai ihmistoiminnan aikaansaamaa. Seurannalla pyritään selvittämään ihmistoiminnan vaikutuksia vesiympäristöön vesikasvien avulla. Jotta seuranta olisi toimivaa, on ymmärrettävä luontainen vaihtelu ja osattava erottaa siitä ihmistoiminnan aiheuttama vaihtelu. Seuraavassa kuvaillaan makrolevien luonnollista vaihtelua.

### 1.4.1. Maantieteellisen välimatkan aiheuttama vaihtelu

Laajassa maantieteellisessä mittakaavassa, kuljettaessa Suomenlahtea länsi-itä suunnassa, meriveden suolapitoisuus on tärkein makrolevien lajistoon vaikuttavista ympäristötekijöistä. Suurin osa rantavyöhykkeen lajistosta on mereistä alkuperää ja ne ovat huonosti sopeutuneita Suomen rannikkovesien matalaan suolapitoisuuteen. Esimerkiksi Uudenmaan läntisillä seurantapaikoilla Suomenlahdella Hankoniemessä suolapitoisuus ja samoin makrolevien lajilukumäärä on luonnostaan korkeampi kuin itäisillä seurantapaikoilla Pernajan alueella.

Kuvassa 12 on esitetty kolmen valtalajin esiintymisen avulla maantieteellisen välimatkan aiheuttamaa vaihtelua Uudenmaan seurantapaikkojen makrolevälajistossa ja levävyöhykkeisyydessä. Lajit ovat monivuotisia ja niiden esiintymiseen vaikuttavat pitkäaikaiset ympäristötekijät. Vaihtelu lajistossa ja vyöhykkeisyydessä johtuu pääosin idän matalammasta veden suolapitoisuudesta mutta myös vähäisemmästä valon määrästä, joihin leväyhteisö on sopeutunut. On siis huomioitava, että suolapitoisuuden muuttumisen myötä myös muut ympäristötekijät, kuten näkösyvyys eli veteen tunkeutuvan ja levillä käytössä olevan valon määrä, muuttuvat. Tällöin muutokset lajistossa ja vyöhykkeisyydessä saattavat johtua useamman ympäristötekijän yhteisvaikutuksesta. Maantieteellisen välimatkan aiheuttama vaihtelu on normaali luonnonilmiö. Seuranta-alueiden ääripäissä ilmenevät erot levävyöhykkeisyydessä tai jonkun lajin puuttumisessa tai mukaantulossa ei välttämättä merkitse veden laadun ihmistoiminnasta johtuvaa muutosta.



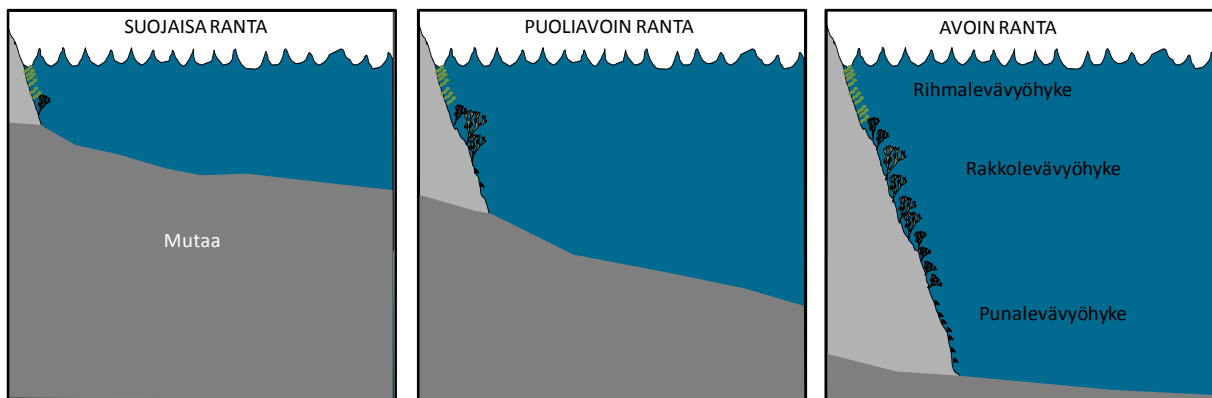
Kuva 12. Maantieteellisen välimatkan aiheuttamaa vaihtelua Uudenmaan seurantapaikkojen makrolevälajistossa ja levävyöhykkeisyydessä. Levien runsaus on ilmaistu peittävyys prosentteina syvyyden suhteen. Lännessä levät esiintyvät syvemmällä kuin idässä. Läntisellä alueella vyöhykkeisyys ulottuu noin 16 metrin syvyyteen ja itäisellä alueella noin 12 metrin syvyyteen. Rihmalevävyöhyke (Ri), rakkolevävyöhyke (Ra) ja punalevävyöhyke (Pu) ovat lännessä leveämpiä syvyyssuunnassa kuin idässä. Yhteistä alueille on, että rakkolevä (*Fucus vesiculosus*) ja haarukkalevä (*Furcellaria lumbricalis*) muodostavat vyöhykkeen sekä lännessä että idässä. Eroja ilmenee siinä, että jotkut punalevät eivät viihdy idässä matalassa suolapitoisuudessa, jolloin läntisen alueen punalevä, sarvipunaliuska (*Phyllophora pseudoceranoides*), on korvautunut idässä karvasuti -suvun ruskolevällä (*Sphacelaria arctica*). Aineisto: Vesikasvirekisteri.



### 1.4.2. Saaristoisuudesta johtuva vaihtelu

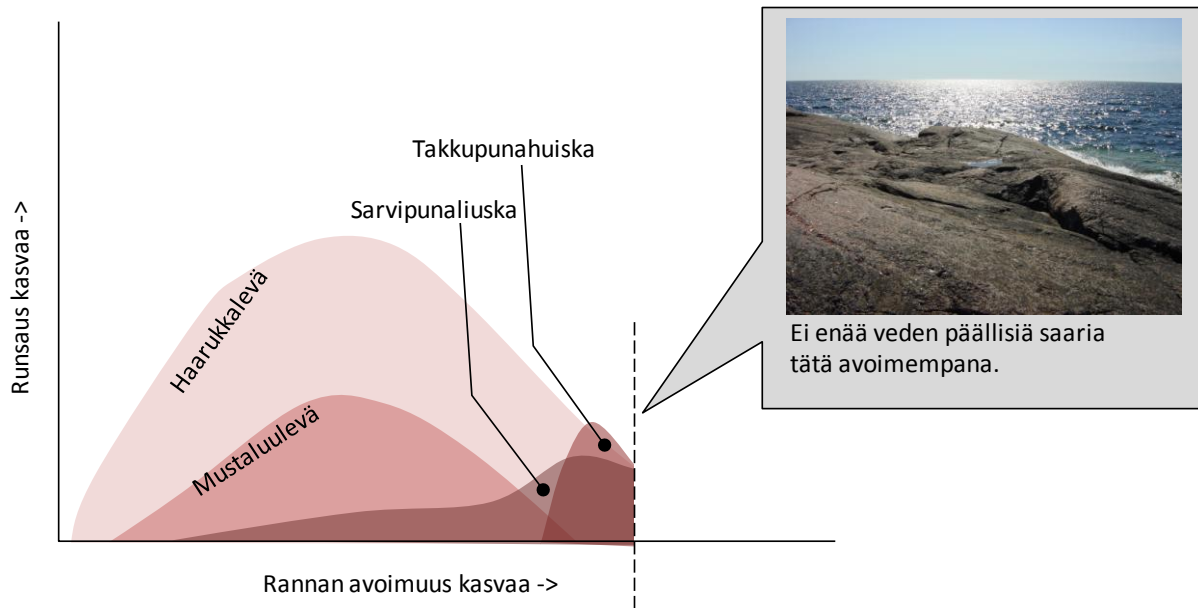
Saaristoisuudella tarkoitetaan saaren rannan sijaintia saaristovyöhykkeellä suhteessa mantereeseen ja avomereen. Saaristoisuuden synonyyminä voidaan puhua rannan avoimuudesta; rannan avoimuus kasvaa kuljettaessa saaristossa mantereelta avomerelle. Toisin sanoen avoimuus kuvastaa veden liikettä ja aallokon voimaa rannan vedenalaisella pohjalla. Makrolevien lajistoon ja vyöhykkeisyyteen vaikuttaa kasvurannan avoimuus: mitä avoimempi ranta on, sitä suurempi on veden vaikuttava voima, joka kohdistuu pohjaan ja vesikasvillisuuteen. Yleistykseenä voidaan sanoa, että ulkosaaristossa avoimilla rannoilla veden liike pitää kovat kalliopohjat puhtaina syvemmälle kuin sisäsaaristossa. Lisäksi ulkosaaristossa vesi on kirkkaampaa kuin sisäsaaristossa koska sisäsaaristossa on jokivesien tuomaa samennusta. Ulkosaariston syvemmällä olevat puhtaat pohjat ja parempi vedenlaatu sallivat levävyöhykkeiden suuremman syvyysuuntaisen esiintymisen verrattuna sisäsaaristoon (kuva 13). Aina näin ei kuitenkaan ole, vaan ulkosaariston rannat saattavat olla esimerkiksi hiekkavaltaisia.

Rannan avoimuuden tai saaristoisuuden tyypittelyn termistö ei ole vakiintunutta. Saaret voidaan tyypitellä kuuluvaksi sisä-, keski- ja ulkosaaristoon perustuen siihen, millainen maa-vesi pinta-alasuhte on. Rannat voidaan jaotella suojaisiin, puoliavoimiin ja avoimiin rantoihin. EU:n vesipuitedirektiivissä Uudenmaan ELY-keskuksen seuraamat rannikkovedet jaotellaan kahteen tyyppiin, jotka ovat sisemmät ja ulommat rannikkovedet. Tyypittelyn perusteena on rantojen avoimuuteen, veden suolapitoisuuteen ja pohjan topografiaan perustuvat tekijät. Rantojen avoimuuden luokitteluun on olemassa myös numeerisia menetelmiä. Tällöin ranta saa numeroarvon, joka perustuu esimerkiksi tuulen nostattaman aallokon voimaan.



Kuva 13. Rannan avoimuuden merkitys rantavyöhykkeen levävyöhykkeiden muodostumiselle. Suojaisalla rannalla veden sameus ja sopivan kasvualustan puuttuminen rajoittaa makrolevien syvyysuuntaista esiintymistä. Avoimella rannalla levävyöhykkeet ovat hyvin muodostuneita ja ne ulottuvat syvemmälle.

Rannan avoimuus vaikuttaa levävyöhykkeiden lisäksi myös lajistoon. Lajit ovat osin sopeutuneet ja osin määräytyneet geneettiseltä ominaisuuksiltaan esiintymään avoimuudeltaan tiettytyypisillä rannoilla. Kuvassa 14 on esitetty neljän yleisimmän punalevän esiintyminen avoimuusgradientilla. Kuvassa näkyy, että haarukkalevä (*Furcellaria lumbricalis*) ja mustaluulevä (*Polysiphonia fucoides*) esiintyvät lähes kaikilla rannoilla, suojaisilta rannoilta aivan avoimille rannoille asti. Sarvipunaliuskan (*Phyllophora pseudoceranoides*) suurin esiintyvyys on vasta aivan avoimimpien rantojen kohdalla ja takkupunahuiska (*Rhodomela confervoides*) esiintyy vasta aivan uloimpien saarten rannoilla.



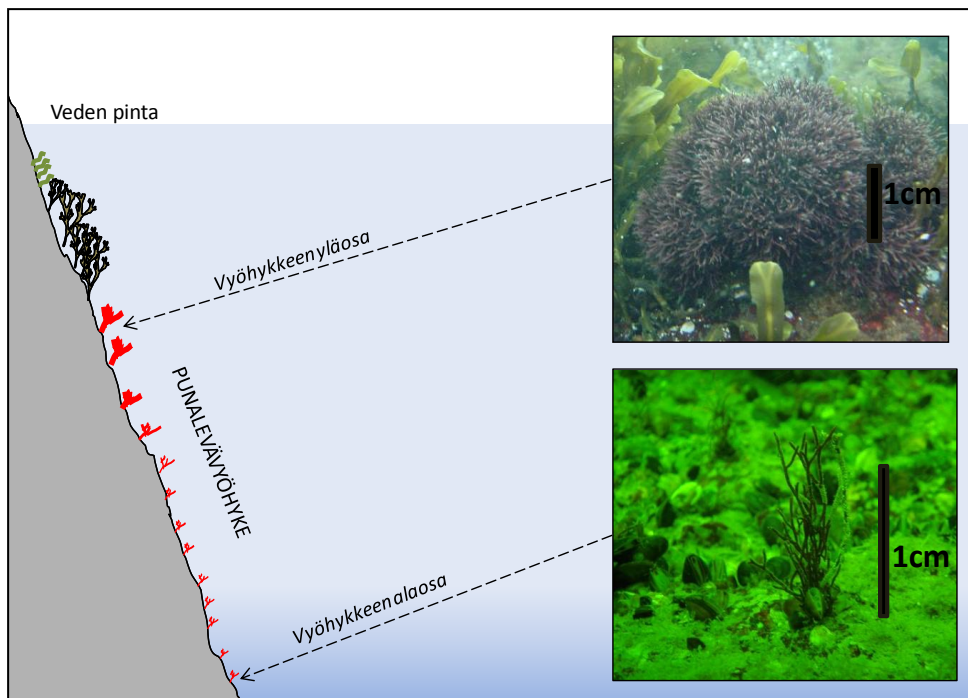
Kuva 14. Eräiden yleisten punalevien esiintyminen ja runsaus avoimuusgradientilla. Valokuvassa on rannikkovesien uloimpia saaria.

Yhteisötason (levävyöhykkeisyys) ja lajitasojen lisäksi makrolevät reagoivat kasvurannan avoimuuteen (veden liikkeisiin) yksilötasolla. Esimerkiksi rakkolevän (*Fucus vesiculosus*) sekovarsi pienenee rannan avoimuuden kasvaessa (kuva 15). Toisin sanoen saman ikäiset rakkoleväyksilöt ovat ympäristötekijöistä johtuen luonnostaan pienikokoisempia avoimilla rannoilla kuin suojaisilla rannoilla. Ilmiö perustuu siihen, että voimakas veden liike repii liian isokokoisen sekovarren irti kasvualustastaan. Johtuen suuremmasta kasvuun käytettävissä olevan valon määrästä punalevävyöhykkeen yläosassa esiintyvä haarukkalevä-yksilö on isokokoisempi ja tuuheampi kuin vyöhykkeen alaosassa esiintyvä yksilö (kuva 16).



Ympäristö muuttuu ääreväksi:  
Rannan aallokon voima kasvaa ->  
Meren suolapitoisuus laskee ->

Kuva 15. Esimerkki rakkolevän muodon vaihtelusta kasvupaikan ympäristöolosuhteiden muuttuessa. Kasvupaikan aallokon voiman kasvun ja suolapitoisuuden vähentymisen myötä rakkolevän sekovarsi jää pienikasvuisemmaksi.

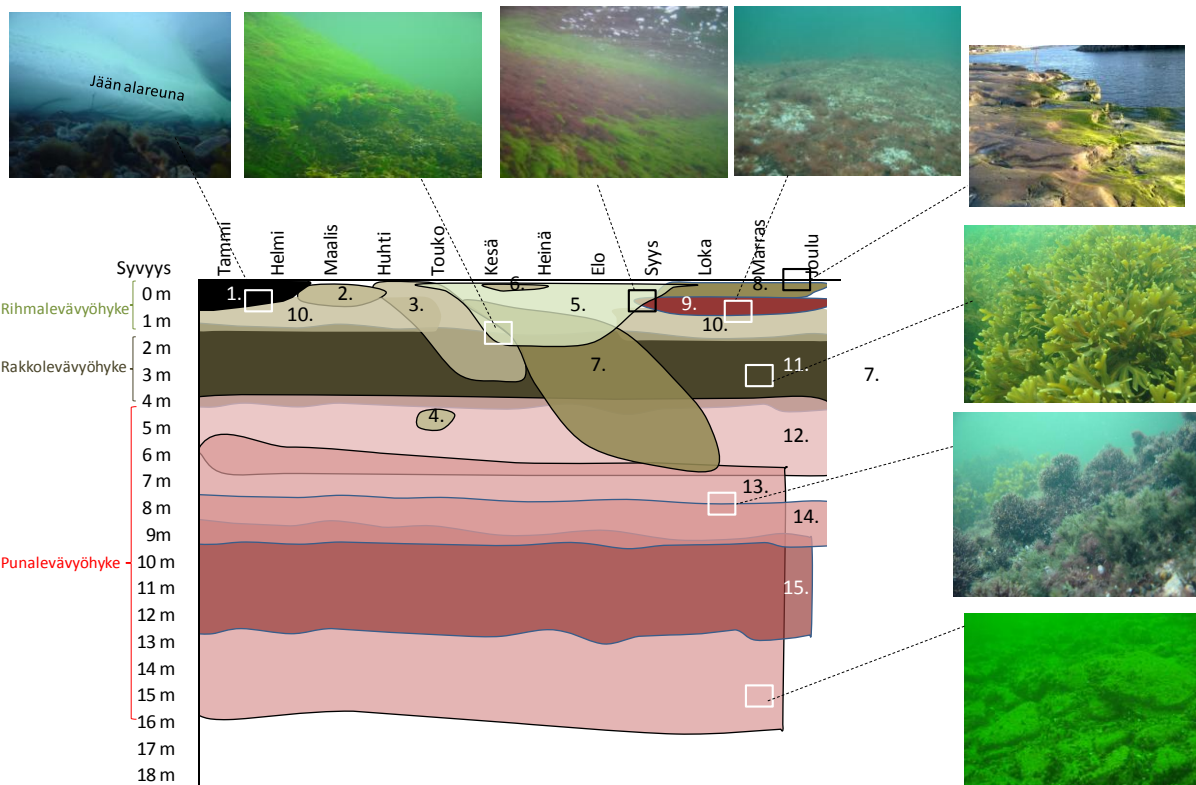


Kuva 16. Punalevävyöhykkeen yläosassa noin 3 metrin syvyydessä esiintyvä haarukkalevä yksilö on isokokoisempi ja tuuheampi kuin vyöhykkeen alaosassa noin 16 metrin syvyydessä esiintyvä yksilö.

### 1.4.3. Vuodenaikainen vaihtelu, esiintyminen

Makrolevät jaotellaan niiden elinkierron mukaan vuodenaikaisiin ja monivuotisiin lajeihin. Vuodenaikaiset lajit esiintyvät vain kullekin lajille tyypillisenä aikana vuodesta, lyhimmillään vain muutaman päivän ja pisimmillään lähes vuoden. Jotkut lajit esiintyvät esimerkiksi vain alkukevällä parin viikon ajan ja jotkut keskikesästä vuodenvaihteen yli seuraavan vuoden kesään asti. Lajin esiintyminen on geneettistä perua, mutta ympäristöolosuhteiden kuten lämpötilan ja valon määrän täytyy olla sopivat jotta laji voi menestyä. Kesäaikaan esiintyvä vuodenaikainen laji alkaa kasvaa keväällä ensin lähellä veden rajaa, jossa on ensimmäisenä saatavilla tarpeeksi valoa ja lämpöä. Valon ja lämpötilan lisääntyessä laji ulottautuu syvemmälle. Syksyllä valon määrän vähetessä laji alkaa taantua, ja lopuksi irtaantuu alustastaan esimerkiksi myrskyjen seurauksena. Talviaikaan esiintyvät lajit ovat sopeutuneet vähäiseen valon määrään ja esiintyvät yleensä rihmalevävyöhykkeessä mikäli jäätä ei ole muodostunut. Kevät- ja syksylajiston esiintymistä määräävä tekijä on valo, ei niinkään lämpötila. Monivuotisten lajien yksilöt esiintyvät useamman vuoden. Näillä lajeilla on kuitenkin vuodenaikaiset lisääntymiskaudet. Esimerkiksi rakkolevällä lisääntymisajankohta on kesäkuussa.

Kuvassa 17 on esitetty yhteenvetona yleisimpien makrolevien vuodenaikainen esiintyminen rihma-, rakkolevä- ja punalevävyöhykkeissä Uudenmaan Tvärminnen Brännskär -saaren seuranta-alueella. Kuvassa nähdään, että suurin osa vuodenaikaisista lajeista esiintyy kesällä veden pinnasta noin 6 metrin syvyyteen. Lokakuun ja marraskuun välinen aika on vuodenaikaisten lajien esiintymisen suhteen hiljainen ajanjakso. Punalevävyöhyke on levittäytynyt suhteellisesti laajimmalle syvyyssuunnassa. Kuvassa 17 lajien esiintyminen on kuvattu kaksiulotteisesti, eikä siinä näy lajien runsauden vaihtelut.



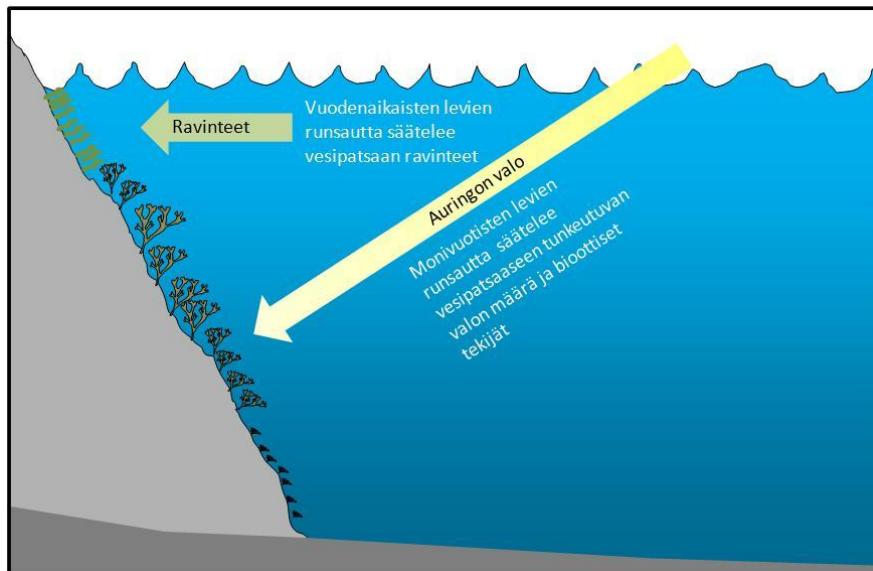
Kuva17. Yleisimpien makrolevien vuodenaikainen esiintyminen vuodenajan (x-akseli) ja syvyyden (y-akseli) mukaan. Monivuotiset levät esiintyvät useamman vuoden ajan (esim. rakkolevä ja useimmat punalevät). Vuodenaikaiset levät esiintyvät lajityypillisesti vain joinakin vuodenaikoina (esim. viherahdinparta). Punalevavyöhykkeen lajien esiintyminen on katkaistu vuoden lopulla jotta lajien päällekkäinen esiintyminen näkyisi.

- |   |   |
|---|---|
| 1. Jääkansi                                     | 9. Punahelmilevä <i>Ceramium tenuicorne</i>             |
| 2. Levasalaatti <i>Monostroma</i>               | 10. Vuodenaikaista sekakasvustoa                        |
| 3. Lettiruskolevä <i>Pilayella littoralis</i>   | 11. Rakkolevä <i>Fucus vesiculosus</i>                  |
| 4. Jouhilevä <i>Chorda tomentosa</i>            | 12. Punahelmilevä <i>Ceramium tenuicorne</i>            |
| 5. Viherahdinparta <i>Cladophora glomerata</i>  | 13. Haarukkalevä <i>Furcellaria lumbricalis</i>         |
| 6. <i>Eudesme virens</i>                        | 14. Mustaluulevä <i>Polysiphonia fucoides</i>           |
| 7. Pilviruskolevä <i>Ectocarpus siliculosus</i> | 15. Sarvipunaliuska <i>Phyllophora pseudoceranoides</i> |
| 8. <i>Ulothrix</i>                              |   |

### 1.4.5. Vuodenaikainen vaihtelu, runsaus

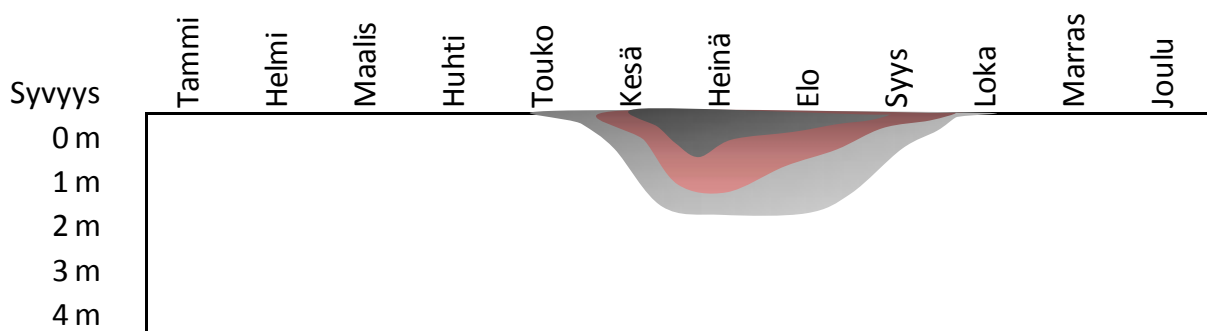
Seurannassa erotetaan esiintymisen ja runsauden käsitteet. Makrofytytien seurannan kohdalla levälajin esiintyminen tarkoittaa yleisesti sitä, että laji voidaan havaita paljain silmin. Lajien esiintymisen aikana lajin olemus, kuten kasvuston korkeus, saattaa vaihdella. Tämän takia makroleviä seurataan niiden esiintymisen ohella myös niiden runsauden kautta. Runsaus on moniselitteinen käsite. Ekologisissa seurannoissa tapauskohtaisesti lajin runsaudella käsitetään sen peittävyuden määrää, biomassaa, kasvuston korkeutta, kasvuston tilavuutta tms. Lajien runsauden määrittämisellä pyritään kuvaamaan esimerkiksi niiden merkittävyyttä rantavyöhykkeessä. Seuraavissa kappaleissa käsitellään makrolevien runsautta niiden kasvuston biomassan, peittävyuden ja tilavuuden kannalta.

Vuodenaikaisten levien esiintyminen on sidoksissa vuodenaikaan, mutta esiintymisen runsautta määrittää pääasiassa niiden kasvukauden aikainen meriveden ravinnepitoisuus. Rihmamaiset levät ottavat vesipatsaasta ravinteita ja käyttävät ne välittömästi suoraan kasvuunsa (runsauteen). Monivuotisten levien esiintymistä säätelee niiden käytössä oleva kasvukauden aikainen valon määrä, mutta myös biottiset ympäristötekijät kuten selkärangattomien laidunnus ja lajien välinen kilpailu (kuva 18).



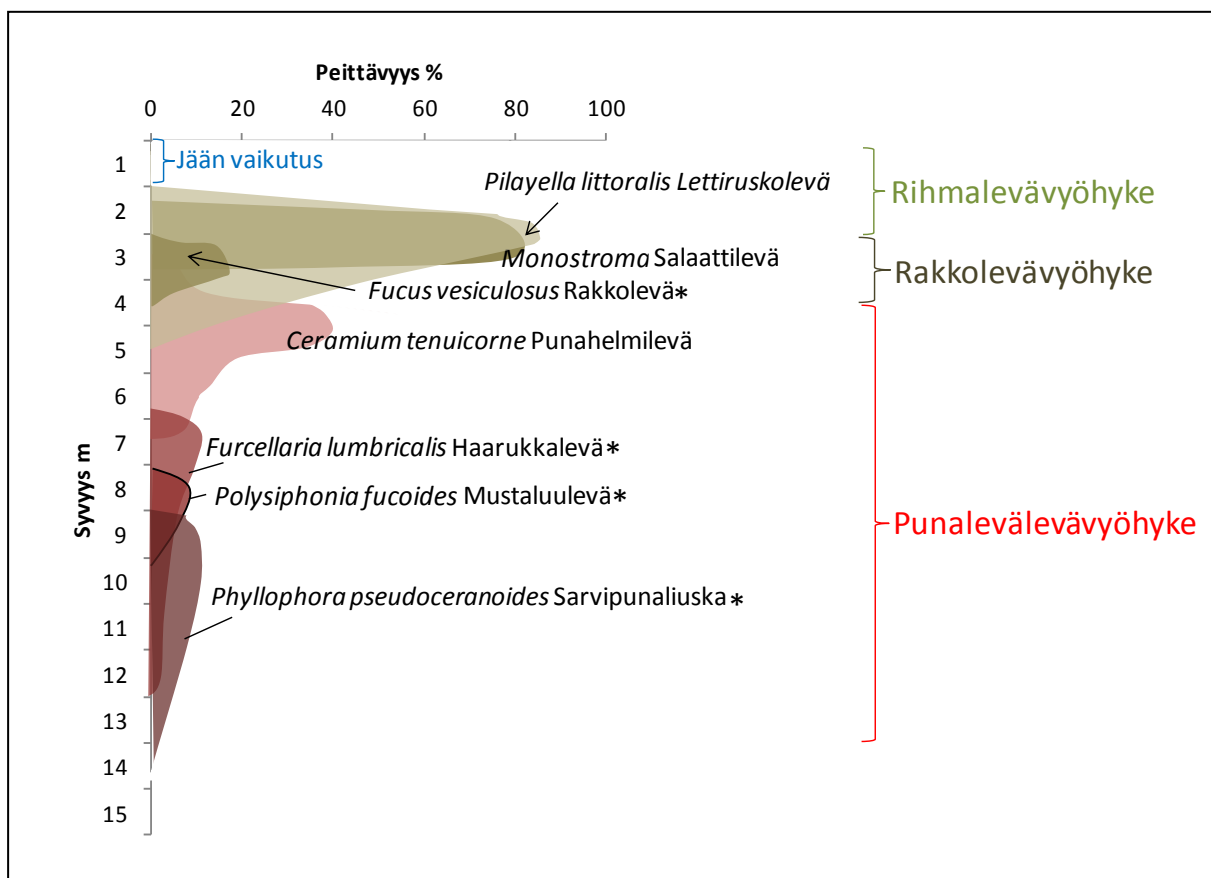
Kuva 18. Vuodenaikaisten ja monivuotisten lajien runsauteen vaikuttavat ympäristötekijät.

Kuvassa 19 on esimerkkinä vuodenaikaisen lajin viherahdinparran (*Cladophora glomerata*) esiintyminen ja runsaus (biomassa) syvyyden funktiona. Kuvasta nähdään, että viherahdinparta esiintyy toukokuun ja lokakuun välisenä aikana veden pinnasta alkaen noin kahden metrin syvyydelle, ja että sen biomassa on suurimmillaan kesä–heinäkuussa veden pinnan ja noin 0,5 metrin välillä. Biomassalla tarkoitetaan levän kuivapainoa, joka saadaan kuivattamalla levää +64 °C asteessa kunnes kaikki vesi on haihtunut.



Kuva 19. Viherahdinparran vuodenaikainen esiintyminen ja runsaus syvyyden funktiona. Runsaus on esitetty biomassana. Mitä tummempi väri sitä enemmän biomassaa.

Kuvassa 20 on esitetty lajien runsaudet peittävyys prosentteina syvyyden funktiona huhtikuun alussa. Kuvassa nähdään että rihmalevävyöhykkeessä esiintyy vuodenajalle tyypillistä talven ja alkukevään vuodenaikaisten levien lajistoa. Rakkolevävyöhykkeessä ja punalevävyöhykkeessä esiintyy monivuotisia lajeja.



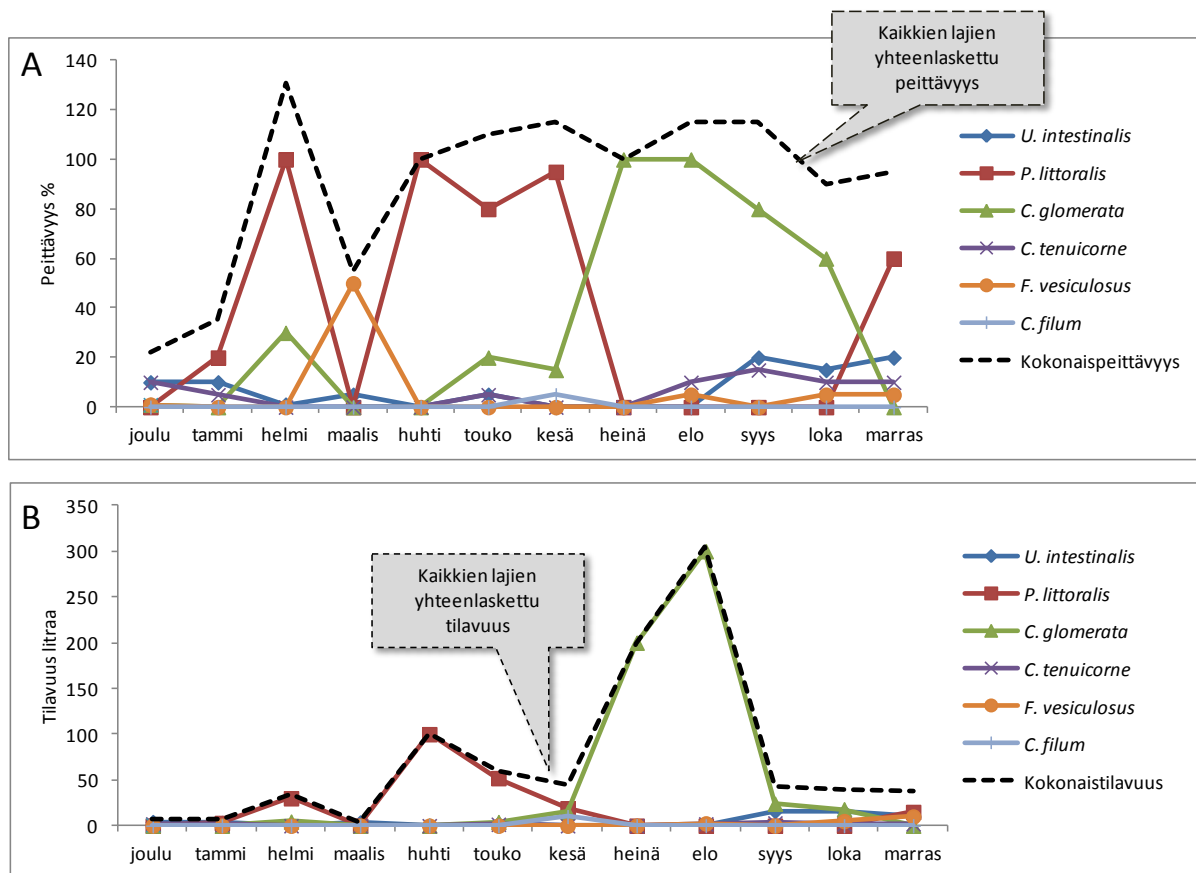
Kuva 20. Vuodenaikaisten ja monivuotisten lajien muodostamat levävyöhykkeet. Monivuotiset lajit \*. Lajien runsaus on esitetty peittävyys prosentteina. Aineisto: Vesikasvirekisteri.

Biomassan määrittäminen kuivapainona tai tuhkapainona on työlästä ja vaatii laboratoriotyöskentelyä. Seurannoissa makrolevien runsautta kuvataan tämän takia yleisesti niiden peittävyys prosentin kautta. Peittävyys prosentti tarkoittaa leväkasvuston peittämän osuuden suhdetta havaintoalueesta. Monivuotisten lajien osalta menetelmä on käyttökelpoinen. Monivuotiset lajit yleensä kasvavat tiettyyn mittaan ja pysyvät sen jälkeen samanlaisena useamman vuoden. Tällöin täysikasvuisten lajien peittävyyden muodostaa yksilöiden lukumäärä pinta-alaa kohden. Yleistettynä voidaan sanoa että mitä enemmän yksilöitä on pinta-alaa kohden, sen suurempi peittävyys. Monivuotisten levien peittävyys muuttuu luontaisesti syvyyden kasvaessa. Syvyyden lisääntyessä yksilöt ovat kauempana toisistaan ja ne ovat pienikokoisempia (esim. kuva 16).

Vuodenaikaisten lajien osalta runsauden määrittäminen peittävyys prosentin kautta ei ole käyttökelpoinen. Vuodenaikaisten rihmalevien peittävyys etenkin kasvukauden aikana rihmalevävyöhykkeessä on usein 100 %. Lajikohtaisesti tai kasvukauden vaiheen mukaan kasvuston korkeus saattaa kuitenkin vaihdella huomattavasti samalla lajillakin, vaihdellen esimerkiksi välillä 2 mm – 20 cm. Kasvukauden edetessä kasvuston peittävyys ei tällöin nouse, mutta sekovarret kasvavat pituutta. Peittävyys prosentin sijasta on tällöin ekologisesta näkökulmasta mielekkäämpää määrittää kasvuston tilavuus. Kasvuston tilavuus määritetään kasvuston peittävyyden ja kasvuston korkeuden (leväyksilöiden keskimääräinen pituus) tulona. Kasvuston tilavuus on joidenkin lajien kohdalla suoraan verrannollinen biomassaan. Ekologisesta näkökulmasta suurempi tilavuus leväkasvustoa ylläpitää suuremman määrän siinä esiintyviä selkärangattomia. Seurannallisesta näkökulmasta suurempi tilavuus merkitsee rehevöityneempää vettä, sillä pituuskasvu on saatavilla olevien ravinteiden mittari. Jos peittävyys on 100 %, niin ainoa kasvun suunta on ylöspäin. Kuvassa 21 on



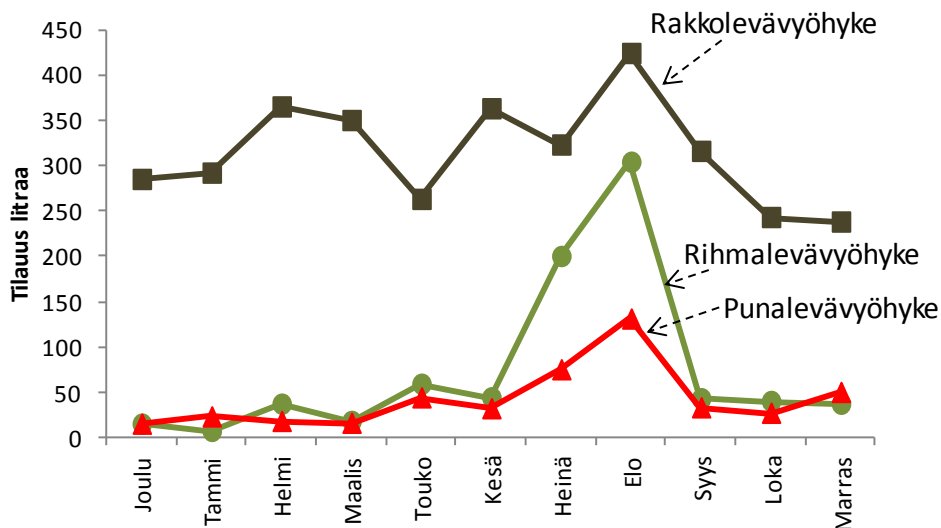
esitetty rihmalevävyöhykkeessä esiintyvien lajien vuodenaikainen esiintyminen ilmaistuna sekä peittävyys-  
nä että tilavuutena Brännskärin seurantapaikalla. Kuvasta 21 A nähdään, että kaikkien lajien yhteenlaskettu  
peittävyys on maaliskuussa 100 %. Talvella esiintyvät lajit ovat luonnostaan lyhytkasvuista lajistoa, jolloin  
kasvuston tilavuus ei kasva suureksi (kuva 21 B). Kesällä, kesälajin viherahdinparran peittävyys voi olla  
samat 100 %, mutta kasvuston korkeudesta johtuen tilavuus on suurempi.



Kuva 21 A ja B. Rihmalevävyöhykkeen leväkasvustojen vuodenaikainen sukkessio eli kasvillisuuden kehittyminen jäätömänä talvena 0,5 metrin syvyydellä ajan myötä kuvattuna sekä peittävyys- (kuva A) että tilavuutena (kuva B). Lajikohtaiset arvot ovat esitetty värillisinä viivoina. Musta katkoviiva on kaikkien lajien yhteenlaskettu peittävyys- tai tilavuusarvo. Kuvassa A on esitetty levien runsaudet peittävyys prosenttina, jolloin kasvuston korkeutta ei ole huomioitu. Kuvassa B peittävyys prosentti on kerrottu kasvuston korkeudella, jolloin saadaan kasvuston tilavuus.

Rakkolevävyöhyke on suurimman osan vuotta tilavuudeltaan lähes kymmenkertainen verrattuna puna- ja rihmalevävyöhykkeeseen (kuva 22). Peittävyys prosentti saattaa olla lähes 100 sekä rihma- että rakkolevävyöhykkeessä mutta ainoastaan heinä–elokuussa rihmalevävyöhykkeen viherahdinparran (*Cladophora glomerata*) esiintymisen maksimirunsauden aikana rihmalevävyöhykkeen tilavuus yltää lähelle rakkolevävyöhykkeen tilavuutta. Rakkolevävyöhykkeen tilavuus muodostuu pääosin rakkolevästä, mutta elokuun aikana tilavuutta lisää erityisesti pilviruskolevän (*Ectocarpus siliculosus*) esiintyminen rakkolevän päällyslävänä. Levävyöhykkeen tilavuuden kasvaessa myös siinä esiintyvien selkärangattomien yksilö- ja lajilukumäärät kasvavat. Rakkolevävyöhykkeen tilavuus on suuri, koska rakkoleväyksilöt ovat suhteellisen suurikokoisia, keskimäärin 25–30 cm korkuisia. Rakkolevävyöhyke on tilavuutensa ja monivuotisuutensa johdosta Uudenmaan seuraamien rannikkovesien merkittävin vedenalainen luontotyyppi.





Kuva 22. Rihma-, rakko- ja punalevävyöhykkeiden tilavuuksien vaihtelut vuodenaikojen mukaan.

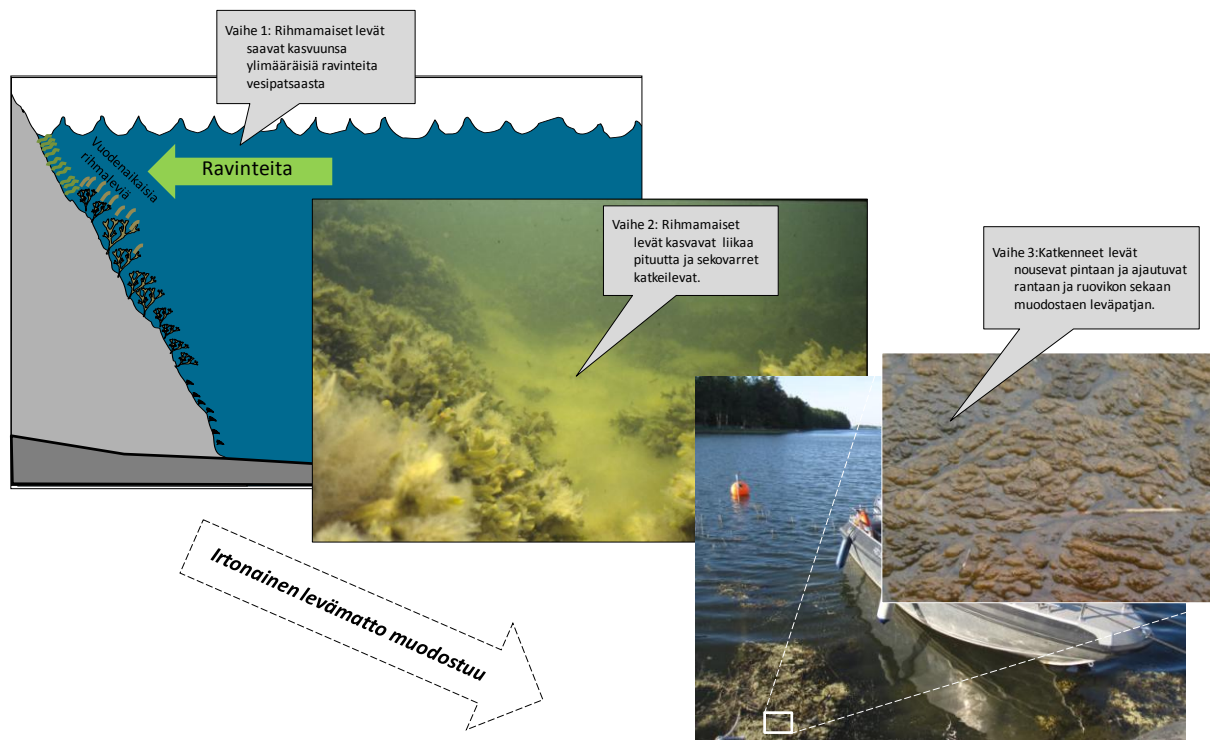
#### 1.4.5. Vuosien välinen vaihtelu, esiintyminen ja runsaus

Vuodenaikaisten lajien kohdalla esiintyy vuosien välistä vaihtelua laji- ja runsaustasolla. Ympäristöolosuhteista, kuten jäätalven pituudesta johtuen jotkut vuodenaikaiset lajit voivat jäädä esiintymättä joinakin vuosina. Vuodenaikaisilla lajeilla saattaa myös olla suurta vaihtelua runsauden suhteen riippuen vesipatsaan ravinnemääristä.

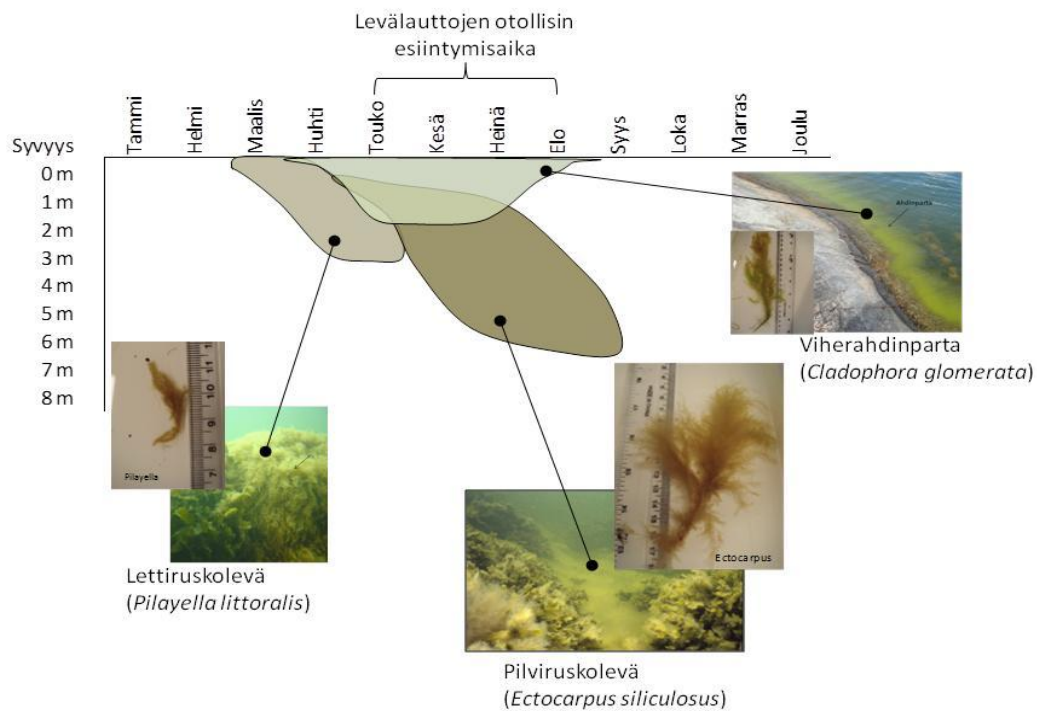
Monivuotisten lajien kohdalla vuosien välisten vaihteluiden lähteenä ovat pitkäaikaiset muutokset ympäristötekijöissä. Monivuotiset lajit ovat esimerkiksi sopeutuneet suhteellisen lyhytaikaisiin, muutaman päivän kestäviin valon määrä vaihteluihin varastoravinteiden avulla. Monivuotisen lajin katoaminen tai sen kasvuvuorituksen mataloituminen voi johtua esimerkiksi kasvukauden aikaisen valon määrän heikkenemisestä useamman kuukauden tai vuoden aikana.

### 1.5 Irtonaiset rantaan ajautuneet levälautat

Rihmamaiset levät ottavat ravinteet kasvuunsa suoraan vesipatsaasta. Mikäli ravinteita on satavilla runsaasti kasvukauden aikana, levien sekovarret voivat jatkaa kasvuaan loputtomasti. Pitkäksi kasvaneet sekovarret kuitenkin katkeavat, kerääntyvät veden virtojen saattelemana yhteen ja muodostavat lauttoja pohjalle. Hajotessaan levät muodostavat kaasua, joka nostaa levämassan pinnalle. Levälautat ajelehtivat rantakasvillisuuden sekaan, jossa ne saattavat jatkaa kasvuaan tai alkaa mädäntyä aiheuttaen haittoja rannan virkistyskäytölle (kuva 23). Rantaan ajautuneena levälautat saattavat peittää loivan hiekka- tai kivikkorannan kauttaaltaan. Levälautat voivat myös vajota pohjalle muun vesikasvillisuuden päälle estäen niiltä valon saannin. Levälautat muodostuvat pääosin vuodenaikaisista viherahdinparrasta (*Cladophora glomerata*), lettiruskolevästä (*Pilayella littoralis*) ja pilviruskolevästä (*Ectocarpus siliculosus*). Näiden lajien kasvukaudet ajoittuvat kesä–elokuulle (kuva 24). Levälautat yleensä katoavat syysmyrskyjen vaikutuksesta.



Kuva 23. Irttonaisen rantaan ajautuvan levälautan muodostuminen (vaiheet 1–3).



Kuva 24. Levälauttoja muodostavien lajien (lettiruskolevä, viherahdinparta ja pilviruskolevä) vuodenaikainen esiintyminen.

## 2. Uudenmaan ELY-keskuksen makrofyyttiseurannan tarkoitus ja kuvaus

Tässä osassa selostetaan makrofyyttiseurannan tarkoitus ja kuvataan valtakunnallisen makrofyyttiseurannan menetelmät.

### 2.1 Mitä tarkoittaa makrofyyttiseuranta

Makrofyyttiseurannalla tarkoitetaan rannikkovesien rantavyöhykkeessä esiintyvien makrolevien ja niiden muodostamien levävyöhykkeiden systemaattista seurantaa määrätyllä menetelmällä. Tulokset tallennetaan ympäristöhallinnon ajankohtaiseen tietokantaan.

### 2.2 Miksi makrofyyttiseurantaa tehdään

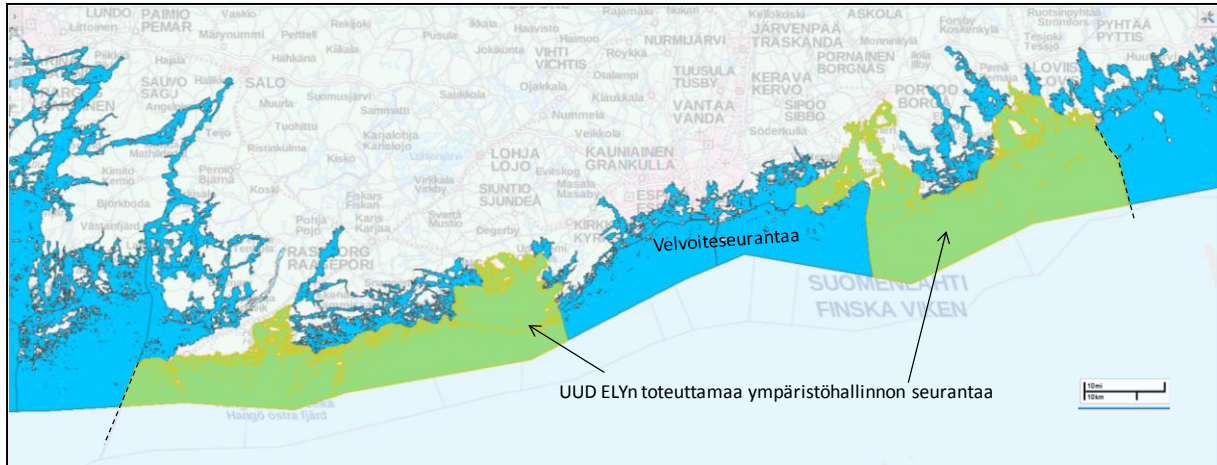
Makrofyyttiseurannan tarkoitus on tuottaa aineistoa ympäristöhallinnon tarpeisiin rannikkovesien tilan arviointia varten. Rannikkovesien ekologisen tilan selvittäminen ja seuraaminen perustuu lakeihin ja asetuksiin.

Systemaattinen nykyisenkaltainen makrolevien seuranta aloitettiin 1990 -luvun alussa. Seurannan tarkoituksena oli saada tietoa rannikkovesien vesikasveista ja niissä tapahtuvista muutoksista kansallisiin tarpeisiin. 2000 -luvulla tuli EU:n myötä vesipuitedirektiivi. Vesipuitedirektiivi velvoittaa seuraamaan rannikkovesien ekologista tilaa biologisilla muuttujilla, joista yksi on makrofyytit.

Uusien EU:n vaatimusten lisäksi haluttiin kuitenkin pitkäaikaisten aikasarjojen takia säilyttää seurannan piirissä samat paikat, joilla seuranta oli jo aloitettu 1990 -luvulla. Ekologisesta näkökulmasta aikasarjat ovat toimiva tapa hahmottaa ympäristön tilan kehitystä. Tästä syystä alkuperäisen makrofyyttiseurannan rinnalle kehitettiin nk. rakkoleväseuranta, joka vastasi EU:n vaatimuksia. Rakkoleväseurannassa tarkasteltiin ainoastaan yhtenäisen rakkolevävyöhykkeen alakasvurajan syvyyttä (havaintomuuttuja). Rakkoleväseurantaa alettiin tehdä joka kolmas vuosi alkaen vuodesta 2009. Rakkoleväseurantaa tehtiin sekä olemassa olevilla seurantapaikoilla että uusilla seurantapaikoilla. Pelkästään yhden havaintomuuttujan seuranta ei kuitenkaan täytä EU direktiivin vaatimuksia. Vuonna 2014 otettiin käyttöön FMI –seurantamenetelmä (Finnish Macrophyte Index), joka koostuu olemassa olevasta rakkoleväseurannasta ja sen lisäksi neljän punaleväindikaattorilajin seurannasta. FMI -seurannassa kerätään aineistoa vesienhoitokausien tilatavoitteiden tarkastelua ja luokittelua varten. Makrolevien seuranta on vesipuitedirektiivin velvoittama ja FMI -seuranta on osana Merenhoidon seurantaohjelmaa. Vesienhoidon tilatavoitteisiin kuuluu vesimuodostumien ekologisen laatu-luokan tarkastelu. Rannikkovedet jaotellaan vesimuodostumiin, jotka ovat rajattuja vesialueita. Vesimuodostuman ekologinen laatu-luokka määritetään biologisten laatu-tekijöiden keskiarvona. Biologisia laatu-tekijöitä ovat kasviplankton, pohjaeläimet ja makrofyytit. Kolmen vuoden välein tehtävän makrofyyttiseurannan tarkoitus on tuottaa makrofyyttistä muodostettu biologinen laatu-tekijä vertailua varten.

## 2.3 Uudenmaan ELY-keskuksen monitoroimat rannikkovedet

Uudenmaan ELY-keskus suorittaa ympäristöhallinnon makrofyttiseurantaan niillä rannikkoalueilla, joissa ei ole käynnissä vastaavanlaista vesikasvillisuuden velvoitetarkkailua (kuva 25). Velvoitetarkkailut ovat toiminnanharjoittajien ympäristölupiin perustuvia ympäristöntarkkailuja.



Kuva 25. Rannikkovesien vesimuodostumat, joissa Uudenmaan ELY-keskus toteuttaa ympäristöhallinnon makrofyttiseurantaan Suomenlahdella (katkoviivojen sisällä). Karttapohja: Ympäristöhallinnon avoin tieto.

## 2.4 Miksi seurantaan valittiin makrolevät

Vesikasvit ilmentävät vesiympäristön tilaa samalla tavalla kuin esimerkiksi maalla esiintyvät kasvit maaympäristön tai ilmanlaadun tilaa. Vesikasveista makrolevä -ryhmä on valittu seurannan kohteeksi, koska niiden sopivuudesta seurannan tarpeisiin eli ilmentämään rannikkovesien ekologista tilaa on saatavilla luotettavasti tutkittua tietoa.

Makrolevistä on tutkimusten kautta osoitettu sellaisia lajeja, joiden ekologinen vaste on todennettu riippuvan ihmisen aiheuttamista paineista vesistöön, jolloin ne toimivat veden laatua kuvaavina indikaattorilajeina eli ilmentäjälajeina. Ekologisella vasteella tarkoitetaan lajin reagointia ympäristötekijöiden muutoksiin, kuten veden valonläpäisevyyteen tai vesipatsaan ravinnemäärään. Muutos tai reagointi makrolevässä voi ilmetä monin eri tavoin, kuten esimerkiksi leväyksilöiden kasvuvyvydessä, levän sekovarren muodossa tai kasvuston runsaudessa. Ihmisen aiheuttamalla paineella tarkoitetaan ihmisen toiminnallaan aiheuttamaa yleisesti vesiluontoon kohdistuvaa stressiä. Paine voi olla esimerkiksi toimintaa joka johtaa vesipatsaan ravinnetason nousemiseen tai sameuden lisääntymiseen.

Kun seurannassa tehdään makrolevien ekologisen vasteen perusteella arvioita vesien tilasta, on ensiksi oleellista tunnistaa indikaattorilajeissa tapahtuneiden muutosten johtuvan nimenomaan vesiympäristön tilan muutoksista eikä esimerkiksi levän elinkierrosta (ontologisista) johtuvista syistä. Toiseksi, vesien tilan muutos voi olla lähtöisin ihmistoiminnasta tai luonnollisista syistä, jotka pitää erottaa toisistaan. Muutos makrolevien ekologiassa saattaa olla myös välillistä. Esimerkiksi levän alakasvurajan (syvyyskasvun) mataloituminen, jota pidetään veden laadun indikaattorina, ei suoranaisesti johdu ravinnemäärien lisääntymisestä vesipatsaassa, vaan ravinnemäärien lisääntymisen johdosta kasvaneesta planktonituotannosta, mikä puolestaan vähentää veteen tunkeutuvan valon määrää ja johtaa alakasvurajan mataloitumiseen. Alakasvuraja voi mataloitua myös luonnollisista syistä. Esimerkiksi makrolevien alakasvuraja on luonnostaan matalampi sisäsaaristossa verrattuna ulkosaaristossa koska sisäsaaristossa vesi läpäisee valoa luontaisesti vähemmän jokien tuoman samean veden takia. On siis oleellista tunnistaa ja erottaa levien esiintymiseen vaikutta-

van muutoksen lähde, koska osa muutoksista tai eroista voi olla luonnollista perua. Levien ekologian ja niihin vaikuttavien muutosten syy-seuraussuhteiden tunnistaminen ja niiden esille tuominen ja tulkitseminen ovat oleellisessa roolissa indikaattorilajien käytössä seurannassa ja veden laadun muutosten arvioinnissa.

Makrolevät ilmentävät kasvuympäristössään tapahtuneita olosuhteiden muutoksia ajallisesti ja paikallisesti. Makrolevien lajikoostumus, sekovarren muoto, kasvusyvyys, runsaus ja vyöhykkeisyys sopeutuvat ympäristötekijöiden kuten rehevöitymisen, aallokon voiman, suolapitoisuuden yms. mukaan. Kun tiedetään miten makrolevät reagoivat esimerkiksi ihmispaineisiin, niin kohdentamalla seuranta näihin levien muuttuviin ominaisuuksiin (ilmiasuun) saadaan selville ihmispaineiden vaikutus käyttämällä makroleviä indikaattorina. Tämä on esimerkiksi EU:n vesipuitedirektiivin perusajatus. Seurannan kohteeksi on ensinnäkin valittava laji tai ryhmä, jonka ekologiasta tiedetään riittävästi, jotta vaihtelut lajien ilmiasussa voidaan kytkeä ihmistoiminnan paineisiin ja toisaalta erottaa ne luontaisesta vaihtelusta. Toiseksi, seurantamenetelmien on oltava sellaisia, että seuranta voidaan järjestää riittäväällä laajuudella ajallisesti ja paikallisesti jotta seurannan tulokset voidaan yleistää koskemaan koko seurattavaa aluetta. Kolmanneksi, levistä seurattavien muuttujien on oltava tarpeeksi helposti mitattavia ja riittävän yksinkertaisia.

#### **2.4.1. Vuodenaikaiset rihmamaiset makrolevät**

Vuodenaikaiset rihmamaiset makrolevät esiintyvät tietyinä vuodenaikana. Niiden kasvu ja runsaus on riippuvaista vesipatsaassa olevista käyttökelpoisista ravinteista. Ne ottavat kasvuunsa tarvitsemansa ravinteet suoraan vesipatsaasta. Sopivien olosuhteiden vallitessa levien pituuskasvu voi olla jopa puoli senttiä vuorokaudessa. Rihmamaisia leviä voidaan käyttää indikaattorina meriveden ravinnepitoisuuksista. Ne soveltuvat tähän hyvin, sillä ne ottavat ravinteita kasvuunsa esimerkiksi ravinnepulsseista, jotka saattavat jäädä havaitsematta vesinäytteenoton rutiiniseurannassa, jota tehdään yleensä 1–2 viikon välein.

Mikäli vuodenaikaisten rihmalevien ominaisuuksia (esim. sekovarren pituus, biomassa, kasvuston tilavuus) halutaan käyttää veden laadun ilmentäjänä, on havaintoja tehtävä niiden kasvukauden aikana taajaan, noin kerran viikossa tai useammin, tai vasta niiden kasvukauden päätyttyä. Lisäksi on huomioitava ylipitkiksi kasvaneiden sekovarsien katkeaminen aallokon voimasta, jolloin lyhyeksi jäänyt sekovarsi ei kuvasta oikeaa tilannetta. Ravinteiden lähde voi olla pistemäinen lähde kuten purkuputki tms., mutta myös kumpuaminen avomeren syvänteistä. Lisäksi pitää huomioida mikrovyyhykkeisyys, sillä jos näytteitä otetaan eri kerroilla eri kohdista, saattavat havaitut erot olla peräisin näytteenottoaikkojen erilaisista mikrovyyhykkeistä eivätkä ympäristömuutoksista. Näytteenottosyvyyden vakioiminenkaan ei aina auta, sillä vedenpinnan vaihtelut saattavat olla rihmalevien esiintymisaikana useita kymmeniä senttimetrejä. Edellä mainituista syistä vuosien välinen vertailu rihmalevien runsauden kehityksessä ei ole käyttökelpoista mikäli havaintoja tehdään esimerkiksi kerran vuodessa. Vuodenaikaisten rihmamaisien levien systemaattinen seuranta on kustannuksiltaan liian korkea ympäristöhallinnon menetelmäksi.

#### **2.4.2. Monivuotiset makrolevät**

Monivuotiset makrolevät esiintyvät suhteellisen samoilla kasvupaikoilla vuodesta toiseen. Levien esiintymistä määrittää pääasiassa kasvukauden aikana käytettävissä olevan valon määrä. Kullakin lajilla on lajikohtaiset syvyyssrajat, joissa valon määrä ja laatu ovat optimaalisia lajien esiintymiselle ja joissa laji voi ylipäättään esiintyä. Mitä syvempi on levien kasvusyvyyyden alaraja sitä parempi on vesialueen ekologinen tila.

Veteen tunkeutuvan valon määrässä tapahtuu luontaista vaihtelua päivittäin ja vuositasolla. Monivuotiset lajit ovat sopeutuneet suhteellisen lyhytaikaisiin valon määrän vaihteluihin, ja vasta valon määrän pitkäaikainen, useampia kuukausia tai vuosia kestävä muutos vaikuttaa esimerkiksi lajien esiintymissyvyyteen.



Monivuotiset levät eivät siis ole indikaattorimielessä liian herkkiä niiden esiintymistä määrittävien ympäristötekijöiden satunnaisille vaihteluille. Joidenkin vuosien saatossa tapahtuvien ympäristötekijöiden, esimerkiksi veteen tunkeutuvan valon määrän muutokset vesipatsaassa, on todennettu ihmisen toiminnan aiheuttamiksi. Monivuotiset makrolevät ovatkin hyviä erityisesti veteen tunkeutuvan valon määrän pitkäaikaisten muutosten ilmentäjiä. On myös huomioitava, että monivuotisten lajien esiintymiseen vaikuttaa suuresti rannan avoimuus. Tämän takia seurattavien ja/tai toisiinsa verrattavien rantojen tulee sijaita riittävän samanlaisilla avoimuusalueilla toisiinsa nähden, jotta muutokset muuttujissa (ilmiasussa) ovat todellakin peräisin ihmistoiminnasta eivätkä johdu eroista rannan avoimuudessa. Sama pätee muiden ympäristötekijöiden suhteen.

Monivuotisissa makrolevissä tapahtuvien muutosten seuraamiseen riittää kerran vuodessa tai harvemmin suoritettu seuranta, mikäli seurattavaksi muuttujaksi valitaan sellainen levän ominaisuus, joka reagoi paineisiin vuosien skaalassa. Em. syistä monivuotiset makrolevät ovat sopiva ryhmä ympäristöhallinnon seurantaan sekä indikaattori-ominaisuuksiltaan että seurannan kustannustehokkuuden osalta.

Seuraavassa kuvaillaan vuosittaista seuranta- ja joka kolmas vuosi tehtävää seuranta-erikseen.

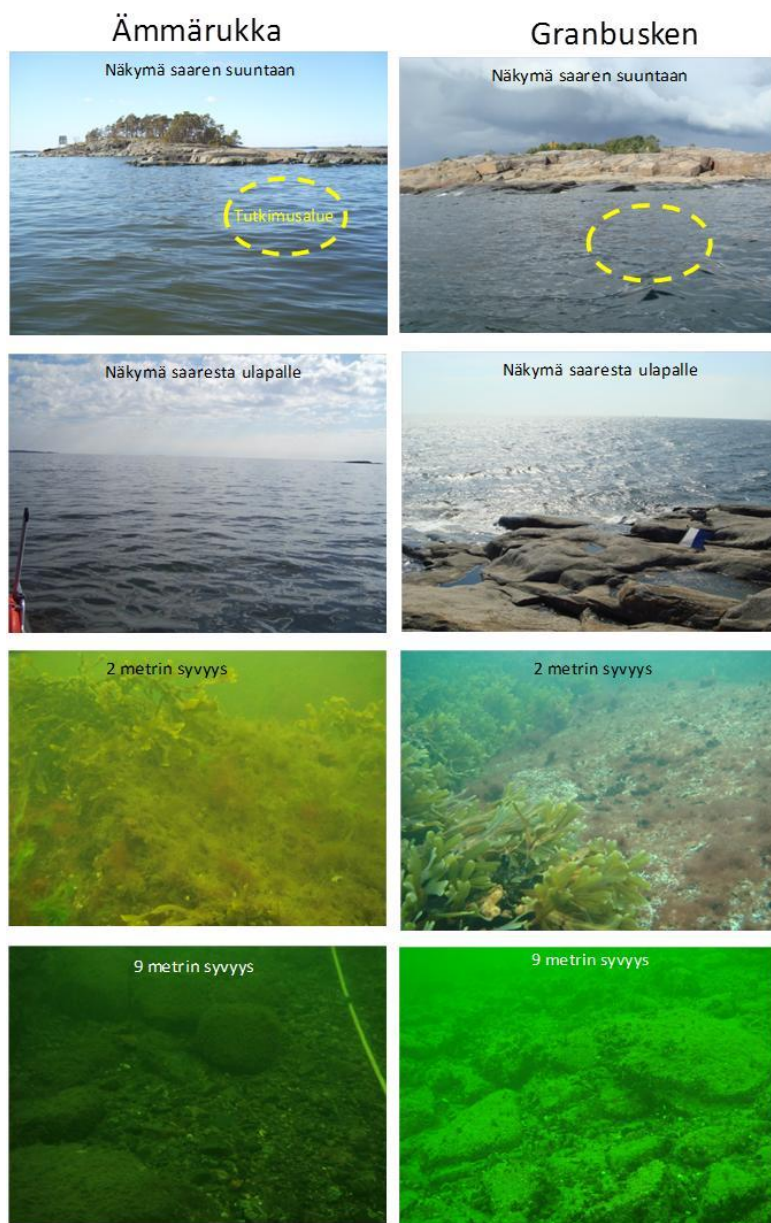
## 2.5 Vuosittainen seuranta

Vuosittain tehtävän seurannan tarkoituksena on hankkia seuranta-aineistoa rannikkovesien tilan arviointiin. Vuosittaisen seurannan puitteissa saavutetaan riittävä tarkkuus lajiston ja siinä tapahtuvien muutosten seuraamiseksi. Seurannan tulokset luovat aikasarjan, jonka avulla voidaan seurata veden tilan pitkäaikaista kehitystä ja saada arvio kehityksen tulevasta suunnasta. Vuosittain tehtävän seurannan aineistoa käytetään esimerkiksi ympäristöhallinnon projekteissa, kuten vesipuidedirektiivin mukaisen seurannan menetelmien ylläpitoon ja kehittämiseen.

Uudenmaan seurannan piirissä olevilla rannikkovesillä tehdään vuosittaista makrofytytseuranta- kolmella saaristoalueella, jotka ovat Tvärminnen alue, Inkoon alue ja Pernajan alue (kuvat 26 ja 27). Jokaisella alueella on seurantapaikka sekä suojaisessa että avoimessa saaristossa. Seurantapaikkoja on yhteensä kuusi. Seurantapaikat sijoittuvat siten, että ne edustavat Uudenmaan rannikkovesien aluetta ulko- ja sisäsaariston osilta.



Kuva 26. Vuosittaisen seurannan paikkojen sijainnit Uudenmaan ELY-keskuksen seuraamilla rannikkovesillä. Avoin paikka (♦) suojainen paikka (●). Karttapohja: Ympäristöhallinnon avoin tieto.



Kuva 27. Uudenmaan seuranta-alueen itäisin ja läntisin seurantapaikka. Vasemmalla puolella on esitetty kuvat Ämmärukka -saaren seurantapaikalta ja oikealla Granbuskenin seurantapaikalta. Kuvat ylhäältä alas: näkymä mereltä saaren suuntaan ja seurantapaikan sijainti, näkymä saarelta ulapalle, näkymä 2 metrin syvyydestä ja näkymä 9 metrin syvyydestä.

Tvärminnen, Inkoon ja Pernajan alueiden seurantapaikat on valittu 1990 –luvun alkupuolella. Alussa seuranta- paikkoja oli Inkoon saaristossa useampi, mutta lopullisesti seurantaan valittiin parhaiten soveltuvat paikat (kuva 28). Seuranta on tehty vuosittain muutamaa väli vuotta lukuun ottamatta.

Vaikka kyseessä on kansallinen seuranta, pyritään seurantamenetelmiä yhdenmukaistamaan muiden maiden kanssa aineistojen vertailtavuuden takia. Makrofytytien seurantamenetelmiä verrataan ja harmonisoidaan aika ajoin muiden Itämeren maiden ja Norjan seurantamenetelmien kanssa. Seurantamenetelmät muovautuvat myös vesienhoitokauden ja vesipuitedirektiivin päämäärien mukaan. Yhdenmukaistaminen ja päivittäminen edellyttävät joskus muutoksia seurantamenetelmiin. Muutosten yhteydessä on varmistettu, että aikaisemmin kerätty aineisto on yhteensopivaa uuden menetelmän mukaan kerätyn aineiston kanssa.

Ensimmäinen muutos seurantamenetelmiin tehtiin vuonna 2001 kun EU:n vesipuitedirektiivituli voimaan (kuva 28.). Tällöin seurantalinja ulotettiin niin pitkälle ja syvälle, että syvimmät vesikasvit tulivat seurannan piiriin. Aikaisemmin seurantalinja oli ulotettu enintään 50 metrin päähän rannasta sukellusta koskevien sil-



loisten lakien takia. Toinen muutos tehtiin vuonna 2009 kun seurantamenetelmiä harmonisoitiin Tanskan, Ruotsin ja Norjan menetelmien kanssa. Tällöin seurantaruudun pinta-alaa kasvatettiin 1 neliömetristä 6 neliömetriin ja mukaan otettiin paljaan potentiaalisen pohjan alan –käsite. Kolmas muutos menetelmiin tehtiin 2014 kun otettiin käyttöön vesipuitedirektiivin mukainen FMI -seurantamenetelmä, ja se integroitiin koskemaan myös vuosittaista seuranta. Nykyään kaikki seuranta sisältää FMI -menetelmän mukaisen seurannan. Kuvassa 28. on esitetty seurannat vuosittain seurattavilla paikoilla 1993–2016 sekä seurantaohjeistukseen tehtyjen muutosten ajankohdat.

Alue	Saari	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Pernaja	Rysssharun			x	x																				
	Ämmäruka	x	x	x	x		x	x			x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Ryssholm	x	x	x	x		x	x			x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Inkoo	Vargskär-luoto	x																							
	Östra Långö	x																							
	Rysssharun	x																							
	Södra Trollholmen		x																						
	Östra Källskär	x	x	x	x																				
	Västra Källskär	x	x	x	x		x	x		x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Bälaskär	x	x	x	x		x	x		x	x	x		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Bokaskär	x	x	x	x		x	x		x	x														
Tvärminne	Granbusken	x	x				x	x		x	x	x		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Brännskär	x	x				x	x		x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

1. Muutos

↑

2. Muutos

↑

3. Muutos

↑

Kuva 28. Vuosittaisen seurannan seuranta-alueet ja -paikat. Seurantaohjeistukseen tehtyjen muutosten ajankohdat. X = tehty.

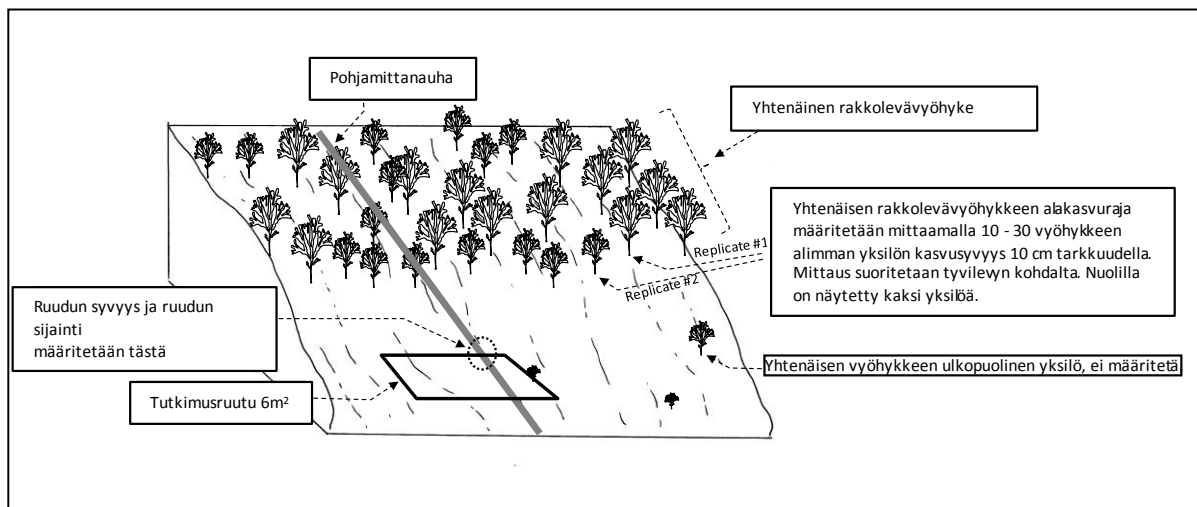
## 2.5.1. Mitä vuosittaisessa makrofyttiseurannassa tehdään

Vuosittaisessa seurannassa tehdään havaintoja makrolevien muuttujista (ominaisuuksista) kuten lajien kasvusyvyydestä, lajistosta, kasvustojen peittävydestä jne. (kuva 29). Havaintojen teko kohdistetaan sellaisiin muuttujiin, joiden avulla voidaan arvioida rantavyöhykkeen ekologista tilaa ja tilassa tapahtuvia muutoksia.

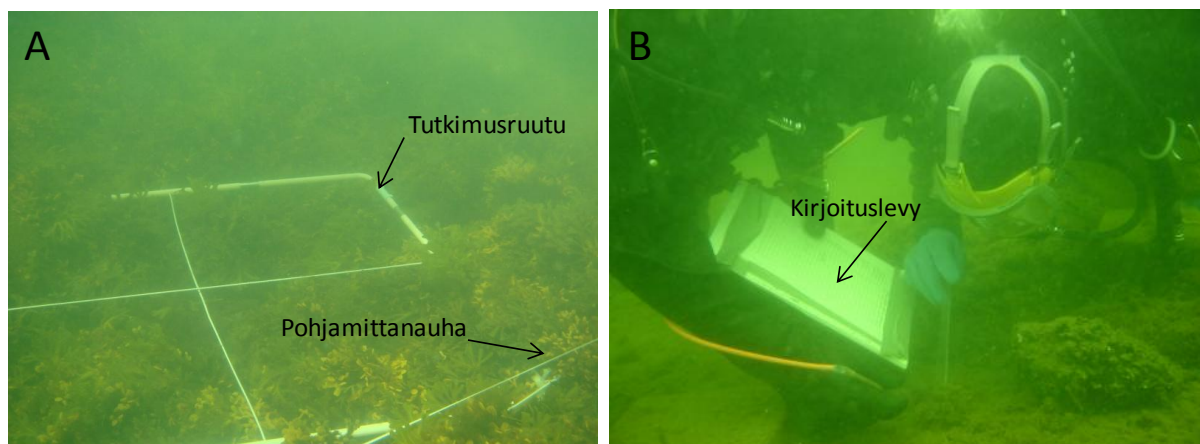
Kohta	Vesikasvieksteriin vietävä tieto:	Selite / ohje
1	<b>Paikka</b>	Saaren nimi.
2	<b>Linjan paikkatiedot</b>	Määritetään koordinaatit (WGS 84) saaren rannasta siitä kohdasta, josta linja alkaa.
3	<b>Päivämäärä</b>	Päivämäärä.
4	<b>Kartoittaja</b>	Kartoittajan nimi / toimitsija
5	<b>Linjan suunta</b>	Linjan suunta ilmoitetaan asteina rannasta ulospäin suuntautuen.
6	<b>Tutkimusruudun syvyys</b>	Määritetään 10 cm tarkkuudella. Tutkimusruudun yläreuna asetetaan pohjamittanauhan metrilukeman kohdalle. Tutkimusruudun syvyys on saatu lukema (kuva 1).
7	<b>Tutkimusruudun sijainti pohjamittanauhalla</b>	Tutkimusruudun sijainti pohjamittanauhalla ilmoitetaan pohjamittanauhan metrilukemana, jossa tutkimusruutu sijaitsee. Tutkimusruudun yläreuna asetetaan pohjamittanauhan metrilukeman kohdalle. (kuva 1).
8	<b>Tutkimusruudun sisäpuolisen pohjan geologinen koostumus</b>	Määritetään kunkin maa-aineksen prosentuaalinen osuus tutkimusruudun sisäpuolisesta alasta. (Taulukko 1).
9	<b>Potentiaallinen kasvupinta-ala leville tutkimusruudun sisäpuolella</b>	Potentiaallinen kasvuala tarkoittaa sellaista pohjan alaa, jossa makrolevä voi esiintyä. Käytännössä, tässä yhteydessä sora / kivikko ja sitä pienempi raekoko (< 16 mm) eivät ole enää potentiaalista kasvualaa. Potentiaallinen kasvuala ilmoitetaan prosenttina tutkimusruudun kokonaisalasta (kuvat 2-4).
10	<b>Paljas potentiaallinen kasvupinta-ala leville tutkimusruudun sisällä</b>	Paljas potentiaallinen kasvuala tarkoittaa sellaista pohjan alaa, jossa makrolevä voi esiintyä, mutta ei esiinny. Paljas potentiaallinen kasvuala on prosenttiosuus potentiaalisesta kasvualasta (kuvat 2-4).
11	<b>Potentiaalisen kasvualan tarkistusruutu</b>	Tutkimusruutu asetetaan kasvillisuuden alakasvurajan syvemmälle puolelle. Tehdään geologinen luokittelu.
12	<b>Makrofyttilajisto tutkimusruudun sisällä</b>	Määritetään tutkimusruudulla esiintyvät makrofytit lajilleen. Määritys tehdään potentiaalisesta kasvualasta (kuvat 2-4).
13	<b>Makrofyttilajiston prosenttipeittävyys ruudun sisällä</b>	Määritetään tutkimusruudulla esiintyvät makrofyttilajien peittävyys % seuraavasti: 0,01%=yksilö, 0,1%, 1%, 5%, 10%, 20%, jne. 5% tarkkuudella. Määritys tehdään potentiaalisesta kasvualasta.
14	<b>Kunkin yksittäisen levälajin kasvuston korkeus</b>	Määritetään kasvuston keskimääräinen korkeus. Kasvuston korkeus ilmoitetaan millimetreinä. Mikäli lajeja/kasvustoja esiintyy useita ja erikorkuisina, niin määritetään keskiarvo.
15	<b>Yhtenäisen rakkolevävyöhykkeen alakasvuraja</b>	1. Sukeltaja etsii yhtenäisen rakkolevävyöhykkeen alakasvurajan (kuvat 1 & 5). 2. Sukeltaja asettaa syvyysmittarin rakkoleväyksilön tyvilevyn kohdalle (kuva 6). 3. Sukeltaja kirjaa syvyyden 10 cm tarkkuudella. 4. Kohdat 2-3 toistetaan 10-30 kertaa.
16	<b>Mittaushetkellä vallinnut meriveden korkeus</b>	Esimerkiksi Ilmatieteenlaitoksen lähimpien mittausasemien tietojen perusteella.

Kuva 29. Makrofyttiseurannan seurantaohjeistus vuodesta 2014 alkaen. Jokaiselta seurantapaikalta tehdään 16 havaintoa. Kuva on kuvakaappaus seurantaohjeistuksesta, ja taulukossa esiintyvät viittaukset kuviin kohdistuvat ko. ohjeistukseen, josta taulukko on kopioitu.

Vuosittainen makrofyyttiseuranta tehdään seuraavasti: Veneellä ajetaan seurantapaikalle saaren rantaan. Veneestä heitetään rantaan paino, jossa on kiinni mittanauhan pää. Mittanauha voi esimerkiksi olla tavallinen rautakaupassa myytävä metrimittalla varustettu mittanauhakela. Veneellä kuljetaan kohti ulappaa määrättyyn suuntaan ja samalla mittanauhaa vedetään saaren rannasta ulospäin. Kun saavutaan syvyys, jossa kasvillisuutta ei enää esiinny, mittanauhan toinen pää pudotetaan veneestä ja annetaan vajota pohjaan. Näin pohjaan muodostuu metrimittalla varustettu pohjamittanauha, joka ulottuu halki rantavyöhykkeen, veden rajasta syvimmällä esiintyvän kasvillisuuden loppuun asti. Sukeltaja sukeltaa mittanauhaa pitkin ja tekee havainnot yhden metrin (1–2 m, 2–3 m, 3–4 m jne.) syvyysvälein ja tekee kuvassa 29 esitetyt havainnot (kohdat 6–15 veden alla) kuuden neliömetrin pohjan alueelta, nk. tutkimusruudun sisäpuolelta (kuvat 30 ja 31). Havainnot kirjataan yleensä ylös vedenkestävälle kalvolle lyijykynällä.



Kuva 30. Seurantapaikalta tehtävät havainnot veden alla. Kuvakaappaus seurantaohjeistuksesta.



Kuva 31 A ja B. Kuvassa A on yhden neliömetrin kokoinen tutkimusruutu pohjamittanauhan vierellä. Kuvassa B sukeltajat tekevät havainnot ja muistiinpanoja kirjoituslevylle, johon voi kirjoittaa lyijykynällä veden alla. Tutkimusruudulta tehtävät havainnot on esitetty kuvassa 29.

Kentällä tehtyt havainnot kirjoitetaan myöhemmin puhtaaksi esimerkiksi excel-kaavakkeelle (kuva 32). Havainnot tallennetaan lopuksi ympäristöhallinnon tietokantaan.

<b>Paikka</b>	Pernaja, Rysshholm													
<b>pvm</b>	5.6.2012													
<b>Linja</b>	Rysshholm													
<b>Linjan suunta astetta</b>	180													
<b>Lat (WGS 84)</b>	60°16,176N													
<b>Lon (WGS84)</b>	026°02,52E													
<b>Tekijä:</b>														

<b>Syvyys</b>	0	1	2	3	4	5	6
<b>Pohjamitan metriluku</b>	0	4	7	11	14	16	24
<b>Potentiaalinen kasvuala %</b>	100	100	90	100	100	90	100
<b>Paljas potentiaalinen kasvuala %</b>	0	0	5	10	55	65	40

<b>Makrofyytit</b>	peit.	pituus	peit.	pituus	peit.	pituus	peit.	pituus	peit.	pituus	peit.	pituus	peit.	pituus
	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm
<i>Cladophora glomerata</i>	100	80	10	80										
<i>Ectocarpus siliculosus</i>			15	80	10	10								
<i>Fucus vesiculosus</i>			80	250	20	250	20	200	5	150				
<i>Sphacelaria arctica</i>									30	10	30	20	60	30
<i>Ceramium tenuicorne</i>			40	80	80	80	80	40						
<i>Furcellaria lumbricalis</i>					5	10	5	40	10	30	5	30		

<b>Pohjan laatu (osuus %)</b>							
Kallio			50	100	100		
Lohkare	100	100	30			10	
Kivikko			20			80	
Sora						10	100
Hiekka							
Muta							

Rakkolevän alakasvuraja 4,1	m	x	rasti, jos vedenkorkeus huomioitu.
-----------------------------	---	---	------------------------------------

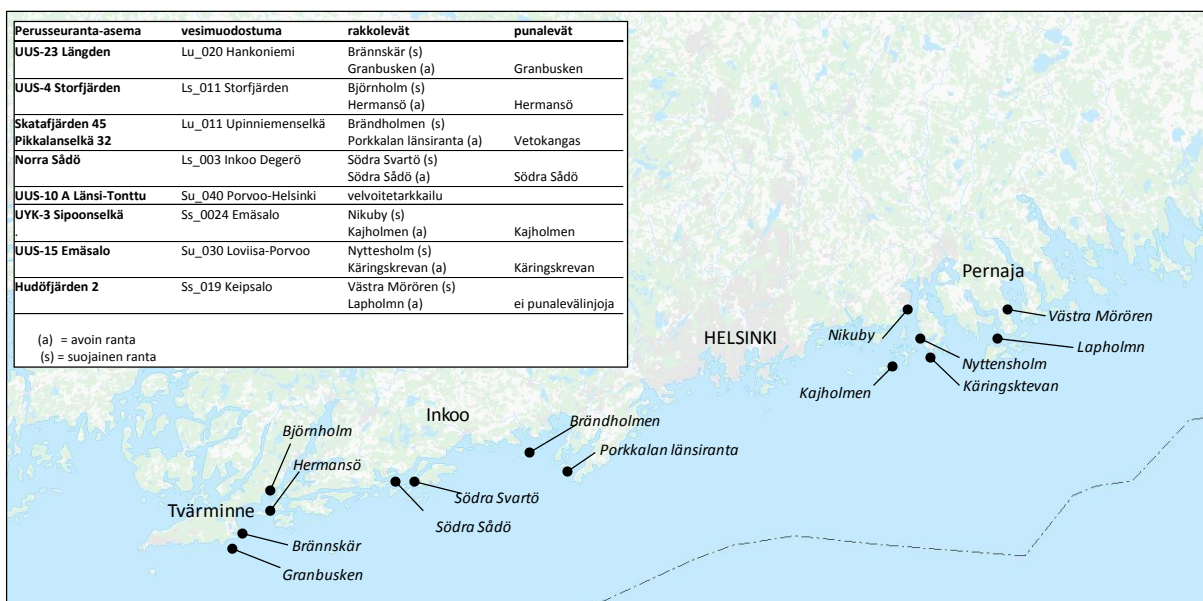
Kuva 32. Esimerkki. Makrofyytilinjan havainnot Pernajan Ryssholmin seuranta paikalta puhtaaksikirjoitettuna excel-kaavakkeelle.

## 2.6 Kolmen vuoden välein tehtävä seuranta

Uudenmaan rannikkovesillä on yhteensä 14 joka kolmas vuosi seurattavaa seuranta paikkaa (kuva 33). Seuranta paikat sijaitsevat EU:lle raportoitavissa vesimuodostumissa. Seuranta paikkojen sijainnit on päivitetty 2014. Seuranta paikat sijaitsevat kyseisen pintavesityypin ja siellä sijaitsevan vesimuodostuman avoimemmassa ja suojaisemmassa osassa.

### 2.6.1. Mitä joka kolmas vuosi tehtävässä seurannassa tehdään

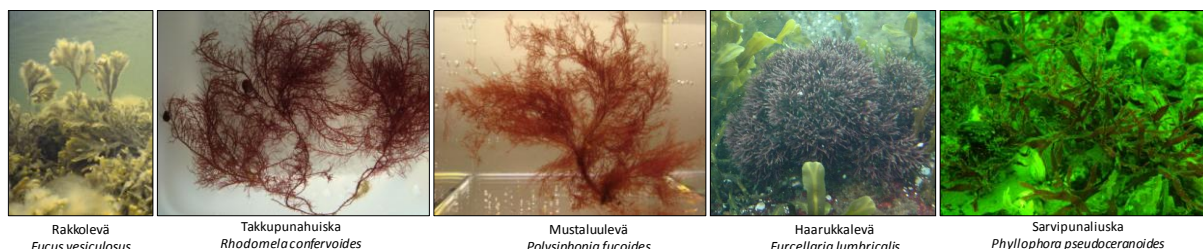
Joka kolmas vuosi tehtävässä seurannassa seurataan ainoastaan erikseen päätettyjä indikaattorilajeja ja niiden havaintomuuttujia. Havaintoja tehdään siis vain ja ainoastaan määrätyistä havaintomuuttujista. Havaintomuuttuja tarkoittaa indikaattorilajin sellaista ominaisuutta, joka on todennettu reagoivan ihmisen aiheuttamiin paineisiin. Toisin sanoen laji, tai lajin yksilöiden tietty ominaisuus, on ihmistoiminnan veteen kohdistuvan kuormituksen biologinen ilmentäjä. Kun veden laatu huononee tai paranee ihmistoiminnan seurauksena, muutos näkyy indikaattorilajin ominaisuudessa. Indikaattorilajin ominaisuuden reagoinnin todennus ihmispaineisiin on tehty siten, että se täyttää vesipuitedirektiivin indikaattorilajille asettamat edellytykset.



Kuva 33. Joka kolmas vuosi tehtävän seurannan seurantapaikat rannikkoalueella. Karttapohja: Ympäristöhallinnon avoin tieto.

Joka kolmas vuosi tehtävä seuranta tehdään FMI –seurantamenetelmän (Finnish Macrophyte Index) ohjeistuksen mukaan. FMI -seurantamenetelmä sisältää vuosittaisen seurannan (kuva 29) kohdat 1–4, 6 ja 16. Lisäksi rakkolevän kohdalla tehdään myös kohta 15 ja punalevien kohdalla kohta 13. Rakkolevän alakasvurajaa seurataan vesimuodostuman suojaisemmassa ja avoimemmassa osassa. Punalevien syvyyttä seurataan ainoastaan vesimuodostuman avoimemmassa osassa. FMI -ohjeistus on prosessiedellytys ja seuranta on tehtävä ohjeistuksen mukaan. Seuranta ja siitä johdettu luokittelu perustuvat siihen, että vain seurattavat indikaattorilajit ja niiden muuttujat todennetusti reagoivat ihmistoiminnan paineisiin ja ilmentävät veden ekologista tilaa. Mikäli havaintoja tehdään FMI -ohjeistuksesta poiketen, niitä ei voida liittää FMI -seurantamenetelmän virallisiksi tuloksiksi.

FMI -seurantamenetelmän ohjeistus perustuu siihen, että tietyistä indikaattorilajeista seurataan tiettyjä ominaisuuksia, joiden on todennettu reagoivan ihmispaineisiin. Näitä ominaisuuksia kutsutaan havaintomuuttujiksi. Suomessa on 5 makrolevälajia, joiden ekologisia ominaisuuksia / havaintomuuttujia käytetään FMI -seurannassa. Laji ovat rakkolevä (*Fucus vesiculosus*), takkupunahuiska (*Rhodomela confervoides*), mustaluulevä (*Polysiphonia fucoides*), haarukkalevä (*Furcellaria lumbricalis*) ja sarvipunaliuska (*Phyllophora pseudoceranoides*) (kuva 34).

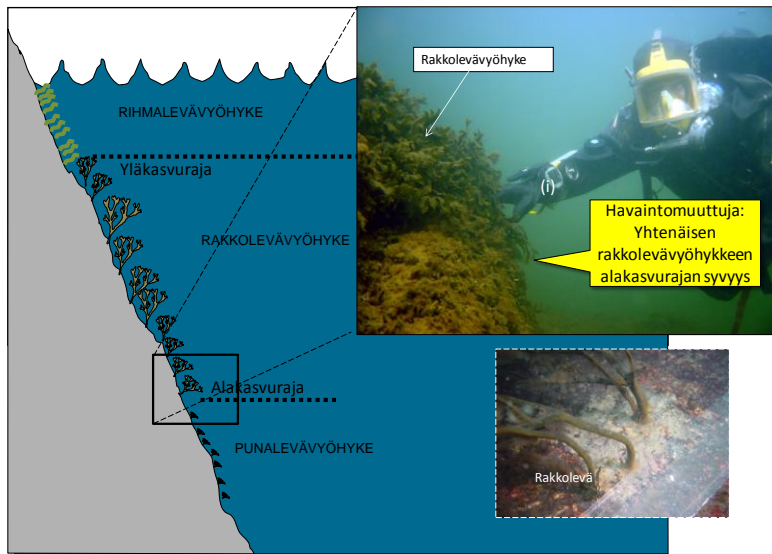


Kuva 34. FMI -seurantamenetelmän indikaattorilajit.

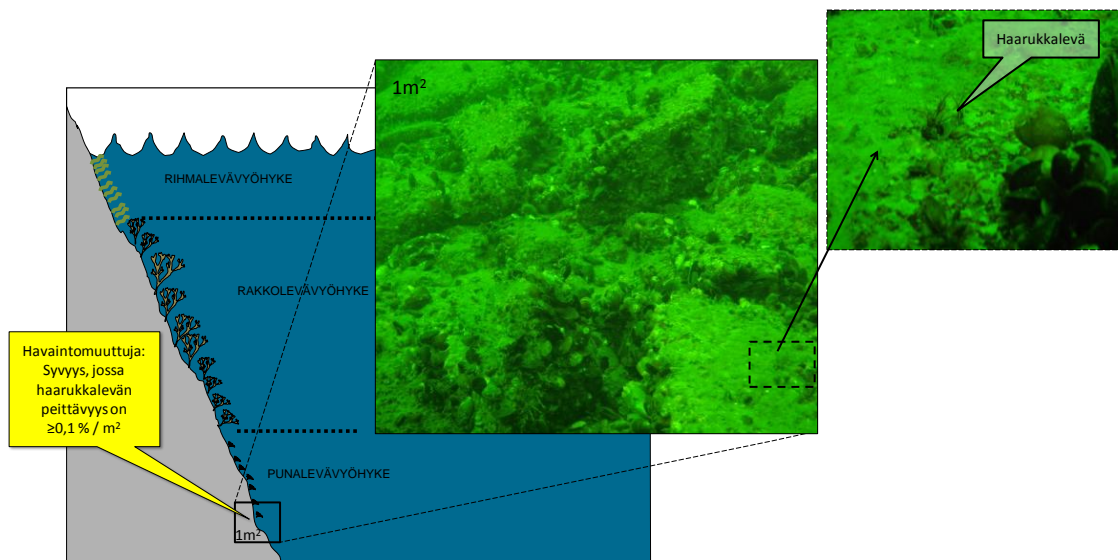
Rakkolevän havaintomuuttuja on yhtenäisen rakkolevävyöhykkeen alakasvurajan syvyys mitattuna 10 cm tarkkuudella (kuva 35). Punalevien takkupunahuiska (*Rhodomela confervoides*), mustaluulevä (*Polysiphonia fucoides*), haarukkalevä (*Furcellaria lumbricalis*) ja sarvipunaliuska (*Phyllophora pseudoceranoides*) havaintomuuttuja on se syvyys, jossa ko. lajin kasvuston peittävyys on  $\geq 0,1 \text{ \% m}^{-2}$  (kuva 36). Esimerkiksi haarukkalevän kohdalla havaintomuuttujan arvo mitataan siten, että sukeltaja ui ja määrittää samalla haa-

rukkalevän peittävyttä. Kun sukeltaja tulee syvyydelle, jossa haarukkkalevän peittävyys on  $\geq 0,1$  % neliömetrillä, hän merkitsee syvyyden ylös (kuva 36). Samalla sukelluksella määritetään myös muiden indikaattorilajien vastaavat syvyydet.

Käytännössä seuranta tehdään siten, että jokaisessa vesimuodostumassa ajetaan veneellä seurantapaikalle. Sukeltaja käy kirjaamassa havaintomuuttuja eli ko. lajien kasvussyvyydet käyttäen esimerkiksi kirjoituslappua, johon voi kirjoittaa veden alla. Havainnot kirjoitetaan myöhemmin puhtaaksi esimerkiksi excel-kaavakkeelle ja viedään ympäristöhallinnon vesikasvirekisteriin.



Kuva 35. Havainnekuva rakkolevävyöhykkeestä. Rakkolevän havaintomuuttuja on yhtenäisen vyöhykkeen alakasvuraja. Valokuvassa on yhtenäisen vyöhykkeen alakasvurajasta luonnossa. Alakasvurajan syvyys mitataan sukeltajan syvyysmittarilla (i).



Kuva 36. Punaleväindikaattorilajin havaintomuuttuja. Kuvaus punalevävyöhykkeestä ja valokuva yhden neliömetrin alueesta, jolla haarukkkalevä esiintyy  $\geq 0,1$  % peittävyydellä ko. syvyydellä (= havaintomuuttuja).



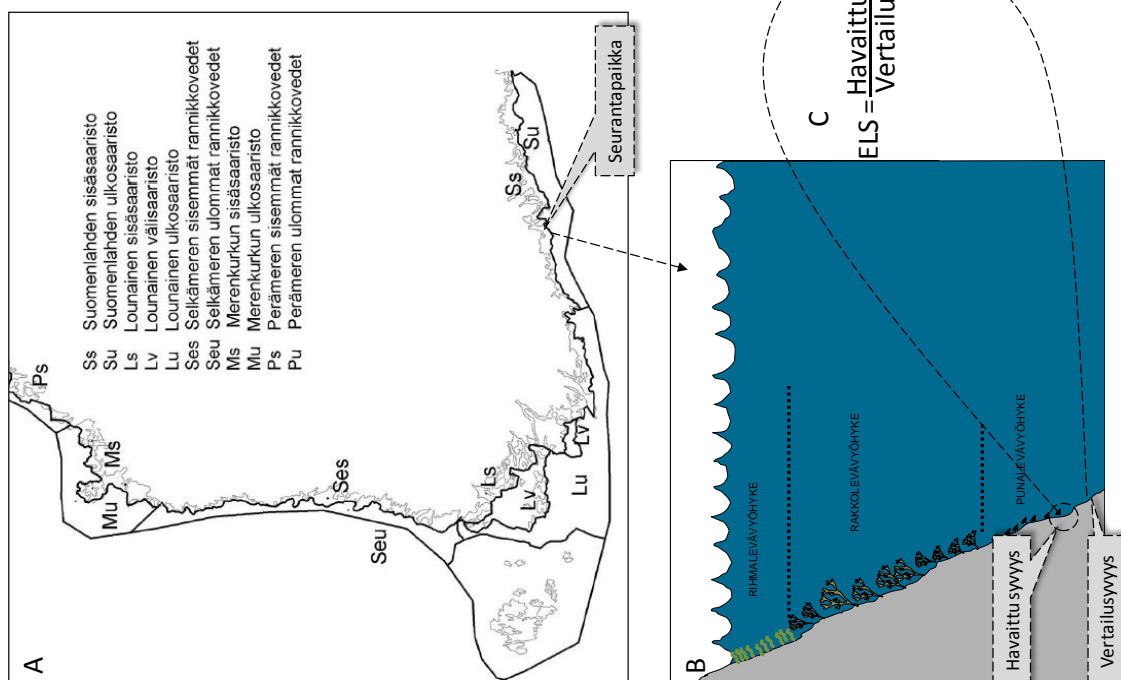
Kun kaikkien indikaattorilajien havaintomuuttujien syvyydet on mitattu, niin havaittuja arvoja verrataan ko. lajin havaintomuuttujan vertailuarvoon. Vertailuarvo on se arvioitu syvyys, jossa kyseinen indikaattorilaji esiintyisi jos ihmistoiminnan paineita ei olisi läsnä. Vertailuarvo on pintavesityyppikohtainen. Jakamalla havaittu arvo vertailuarvolla saadaan suhdeluku, joka on nollan ja yhden välillä. Tätä suhdelukua kutsutaan ekologiseksi laatusuhteeksi, eli ELS –arvoksi.

Jos havaittu arvo on sama kuin vertailuarvo, suhdeluku on 1. Suhdelukua 1 on kuitenkin käytännössä vaikea saavuttaa, sillä ihmistoiminta on vaikuttanut vesien laatuun negatiivisesti. Vesialueen ekologisen laatu-  
luokan määrittämistä varten suhdeluvun vaihteluväli (0–1) on jaettu 5 ekologiseen (laatu)luokkaan, jotka ovat erinomainen, hyvä, tyydyttävä, välttävä ja huono. ELS -arvoa käytetään vesimuodostuman ekologisen laatu-  
luokan määrittämiseksi. Esimerkiksi Suomenlahden ulkosaaristo -pintavesityypillä haarukkalevä kohdalla ELS -arvo saadaan kuvassa 37 esitetyllä kaavalla. Saatua ELS -arvo sijoittuu johonkin viidestä em. ekologisesta laatu-  
luokasta, jolloin saadaan selville vesimuodostuman ekologinen laatu-  
luokka (tai laatusuhde). Ekologiset laatu-  
luokat ilmaistaan sanallisesti ja värikoodein (kuva 37). Kuvassa 37 haarukkalevän ELS –arvoksi on saatu 0,61, joka vastaa vesialueen ekologista laatusuhdetta tyydyttävä. On huomioitava, että tämä on esimerkki ELS –arvon laskemisesta ja ekologisen laatu-  
luokan määrittymisestä käyttämällä yhtä lajia. Vesipuitelidirektiivin mukaisessa luokittelussa ei yhden lajin avulla voida määrittää vesimuodostuman ekologista tilaa vaan siihen on käytettävä kaikkia indikaattorilajeja.

Kaikkien viiden indikaattorilajin ELS -arvot lasketaan samalla tavalla kuin kuvassa 37 on esitetty. Lopuksi määritetään yksi yhteinen ELS -arvo laskemalla keskiarvo kaikista viidestä yksittäisen lajin ELS -arvosta. Tämä yhteinen ELS -arvo on makrofytytien ELS –arvo. ELS -arvon laskeminen edellyttää monen vuoden aineistoa, mielellään ainakin kuuden vuoden.

Vesienhoidon tilatavoite on, että rannikkovesien ekologinen laatusuhde olisi luokassa hyvä. Jotta esimerkiksi kuvan 37 D laatusuhde muuttuisi luokkaan hyvä, olisi haarukkalevän syvyyslevittäytymisen (havaintomuuttuja) oltava syvempi. Tämä toteutuu, mikäli veden valon läpäisevyys kasvaa. Valon läpäisevyys kasvaa, jos perustuotantoa eli vesipatsaan levätuotantoa saadaan alemmas. Perustuotantoon vaikuttaa ravinteiden määrä. Ravinteita tulee ns. sisäisestä kuormituksesta Itämeren syvänteistä mutta pääosin maatalouden lannoitteista jokien mukana, eli ihmistoiminnan kautta.





Kuva 37 A–D. Esimerkki. Ekologisen laatusuhteen (ELS -arvo) määrittäminen ja ekologisen laatuluokan esittäminen haarukkalevän osalta. Seurantapaikka sijaitsee Suomenlahden ulkosaaristo –pintavesityypissä (A) → haarukkalevän  $\geq 0,1$  % peittävyys on 8,5 metrin syvyydessä (B) → kaavan (C) avulla lasketaan ELS –arvo → lopuksi määritetään vesialueen ekologinen laatuluokka (●) (D). Kuva A: SYKE.

## 3. Seuranta-aineiston jalostus

Tässä osassa kuvaillaan seuranta-aineiston jalostuksessa huomioitavia asioita ja esitellään kahden esimerkin avulla seuranta-aineiston käyttömahdollisuuksia. Ensimmäisessä esimerkissä tarkastellaan Uudenmaan rannikkovesien makrolevien pitkäaikaisen, ns. rannikkovesien luontaisen tilan kehitystä ja toisessa esimerkissä vesien yhdyskuntakäytön eli ihmisen aiheuttaman pistemäisen paineen vaikutusta makroleväyhteisöihin.

### 3.1 Mitä tarkoittaa seuranta-aineiston jalostus

Seurannassa kerätään aineistoa FMI -menetelmän mukaisesti. Menetelmä on suunniteltu siten, että kerätyn aineiston muuttujia jalostamalla voidaan tuottaa haluttua tietoa rannikkovesien tilakehityksestä riittävän luotettavalla tasolla päätöksen teon tueksi. Muuttujilla tarkoitetaan kenttätöiden yhteydessä tehtyjä havaintoja esimerkiksi lajien kasvusyvyyksistä tai lajien kasvustojen peittävyyksistä. Seuranta-aineistoa jalostetaan eri muotoihin vastaamaan eri tarkoituksia. Jalostus käsittää aineiston tarkastelun ja tarkoituksenmukaisten tietojen keräämisen ja käsittelyn ja esittämisen joko sanallisesti, numeerisesti tai graafisesti. Yleensä aineiston jalostuksen tarkoituksena on kuvailla rantavyöhykkeen tilaa tai arvioida ihmistoiminnan vaikutuksia rantavyöhykkeeseen.

### 3.2 Mitä ovat jalostuksessa käytetyt muuttujat ja mitä ne kertovat

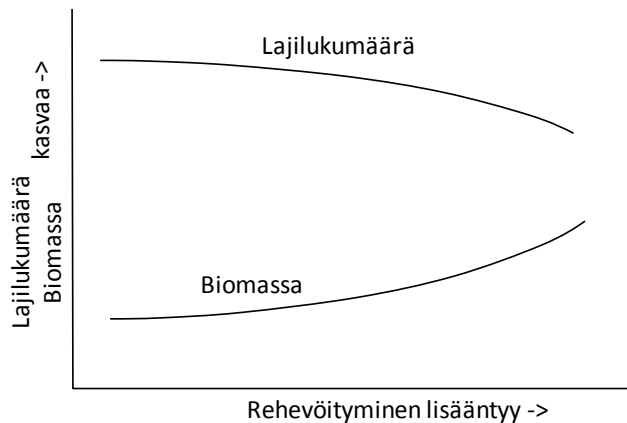
Seuranta-aineisto koostuu yksittäisistä muuttujista (kuva 29). Yhdistämällä muuttujista mitattuja arvoja useammilta vuosilta saadaan aikasarjoja, joiden perusteella voidaan arvioida veden laadun tilassa tapahtuvia pitkäaikaisia muutoksia ja arvioida muutosten suuntaa. Seuranta-aineiston jalostuksessa keskitytään pääsääntöisesti monivuotisiin lajeihin koska seuranta tehdään kerran vuodessa.

Muuttujia, joita yleisimmin käytetään kuvailemaan monimuotoisuutta, luontoarvoja, veden laadun tilaa ja muutoksia suhteessa ihmistoiminnan tuottamiin paineisiin ovat:

- lajilukumäärä
- lajisto
- kasvuston peittävyys
- lajien ja levävyöhykkeiden kasvusyvyydet

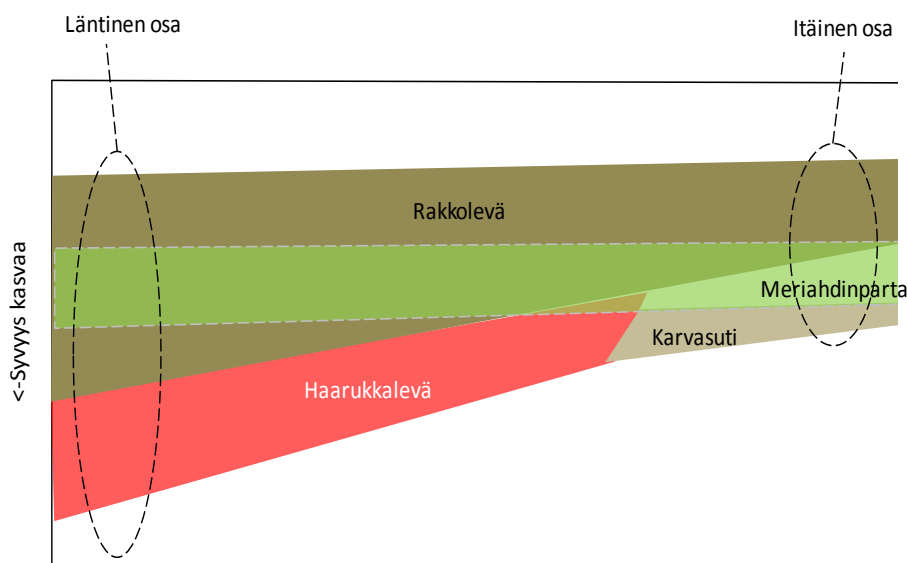
#### 3.2.1. Lajilukumäärä ja lajisto

Lajilukumäärä on luonnon monimuotoisuuden mittari. Kullakin vesialueella on alueen fysikaalis-kemiallisiin ominaisuuksiin sopeutunut lajisto. Veden ominaisuuksien muuttuessa lajilukumäärä muuttuu. Lajilukumäärän pitkäaikaisen laskun syynä on useimmiten veden laadun muutos huonompaan, yleensä rehevöitymisen suuntaan. Rehevöityminen on monimuotoisuudelle haitallista koska se esimerkiksi suosii opportunistisia eli veden lisäravinteista hyötyviä vuodenaikaisia rihmaleviä, jolloin seurauksena voi olla niiden liikakasvu, joka puolestaan tukahduttaa monivuotisten lajien esiintymistä. Rehevöityneillä alueilla rehevöitymisestä hyötyvien levien biomassassa saattaa lisääntyä ko. lajien esiintymiskauden aikana, mutta monivuotisten, ekologisessa mielessä merkittävänä pidettyjen, lajien lukumäärä samalla laskea (kuva 38).



Kuva 38. Yksinkertaistettu havainnekuva rannikkovesien lisääntyneen rehevöitymisen mahdollisista vaikutuksista. Lajilukumäärän väheneminen johtuu monivuotisten lajien taantumisesta ja biomassan kasvu niitä korvaavien rihmamaisten vuodenaikaisten levien ylikasvusta.

Monivuotisten lajien lajilukumäärän muutos tai pysyvyys eivät kuitenkaan kerro kaikkea: lajilukumäärä voi pysyä samana mutta lajisto voi muuttua. Tähän voi olla syynä esimerkiksi maantieteellisen alueen ääripäiden erilaiset ympäristöolosuhteet (kuva 39).

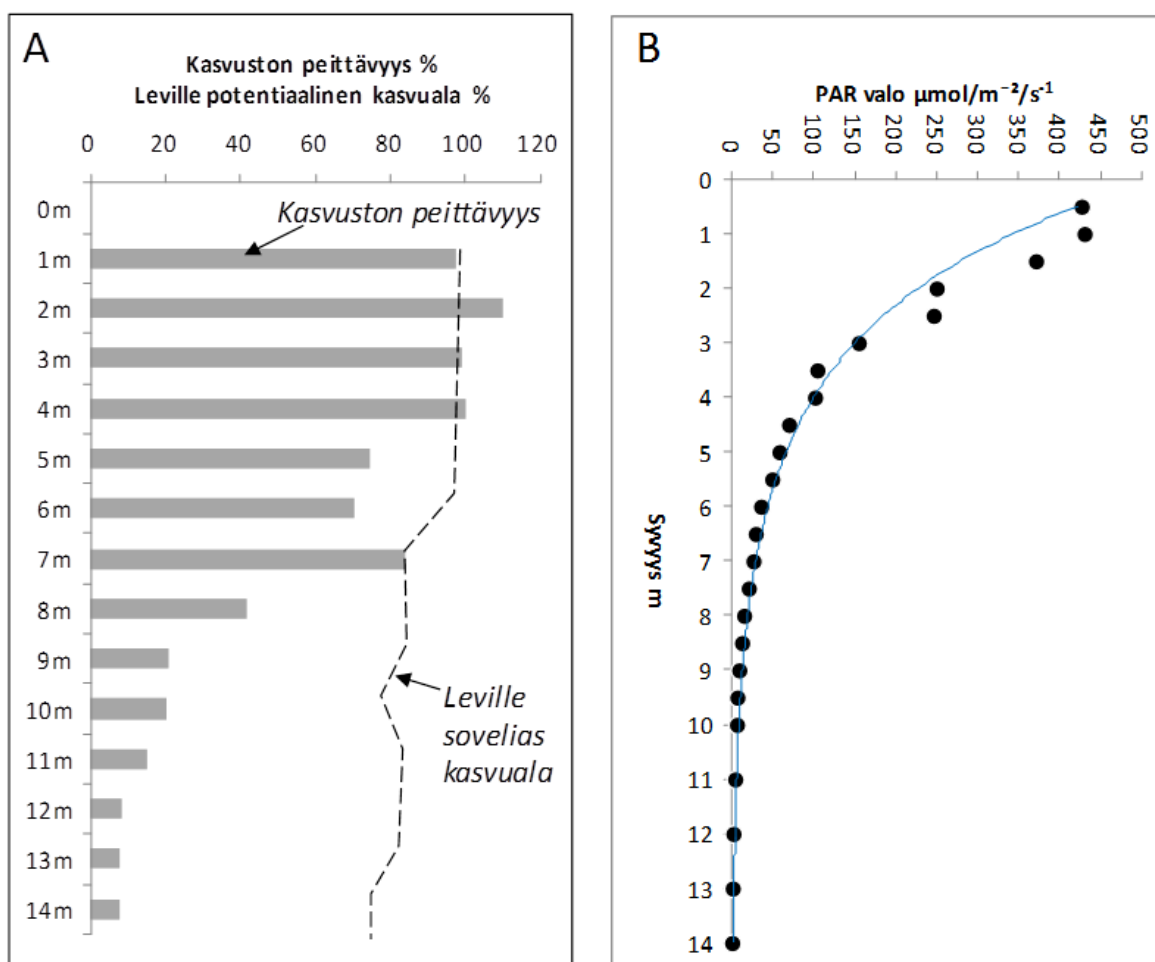


Kuva 39. Havainnekuva luonnollisista syistä johtuvista lajilukumäärän, lajiston ja kasvussyvyyksien muuttumisesta kolmen yleisen monivuotisen lajin osalta Uudenmaan rannikkovesien läntisen ja itäisen osan välillä. Esiintymisalueen molemmissa ääripäissä lajilukumäärä on sama (3 kpl), mutta lajikoostumus on eri johtuen lajiston luonnollisesta vaihtumisesta. Lisäksi joidenkin lajien kasvussyvytydet muuttuvat luontaisesti. Esimerkiksi meriahdinparta esiintyy rakkolevän seassa alueen länsiosassa mutta muodostaa oman vyöhykkeen itäosassa. Aineisto: Vesikasvirekisteri.

Kukin laji on sopeutunut tiettyntyyppiseen veden laatuun, tai tiettyntyyppinen veden laatu on elinehto lajin esiintymiselle. Lajisto ja lajien syvyytesiintyminen muuttuvat sekä ihmistoiminnan vaikutuksen seurauksena että luonnollisesti esimerkiksi maantieteellisesti veden laadun muuttumisen seurauksena (kuva 39).

### 3.2.2. Lajien ja levävyöhykkeiden kasvussyvytydet

Jokaisella lajilla on lajikohtainen esiintymisen ylä- ja alakasvussyvyys, joiden välillä se muodostaa vyöhykkeen ja joiden vallitseviin olosuhteisiin se on sopeutunut. Yläkasvussyvyys eli matalin kasvussyvyys on useimmilla monivuotisilla lajeilla valorajoitteinen, sillä jotkut lajit ovat luonnostaan sopeutuneet hämääseen valoon ja liian voimakas valo saa aikaan vaurioita niiden solukoissa. Rakkolevällä yläkasvurajan määrää kuitenkin pääasiassa jääkannen paksuus. Jos kasvien kiinnittymiseen sopivan laatuista pohjaa on tarjolla, lajien alakasvurajan määrää elintoimintoihin saatavissa olevan valon määrä. Tällöin on kyseessä syvyys, jossa on valoa lajin tarvitsema minimimäärä. On arvioitu, että rannoilla, joilla ei ole tarpeeksi voimakasta aaltoliikettä pitämään pohjaa kiintoaineesta (sedimentistä) puhtaana, levien esiintymiselle kelpaamattoman pohjan osuus rajoittaa makrolevien syvyytesiintymistä. Makrolevät tarvitsevat tietyn suuruisen pohjan alueen eli pohja-aineksen raekoon kiinnittyäkseen siihen. Esimerkiksi hiekan raekoko on liian pieni, mutta kivien tarpeeksi suuri. Seurantamenetelmässä levien syvyytesiintymistä käytetään veden laadun indikaattorina, joten seurantapaikoiksi on valittu sellaisia rantoja, joilla makrolevät pystyvät pohjan laadun suhteen ulottamaan syvyykskasvunsa niin syvälle kuin valon määrä sallii niiden levittäytyä (kuva 40).

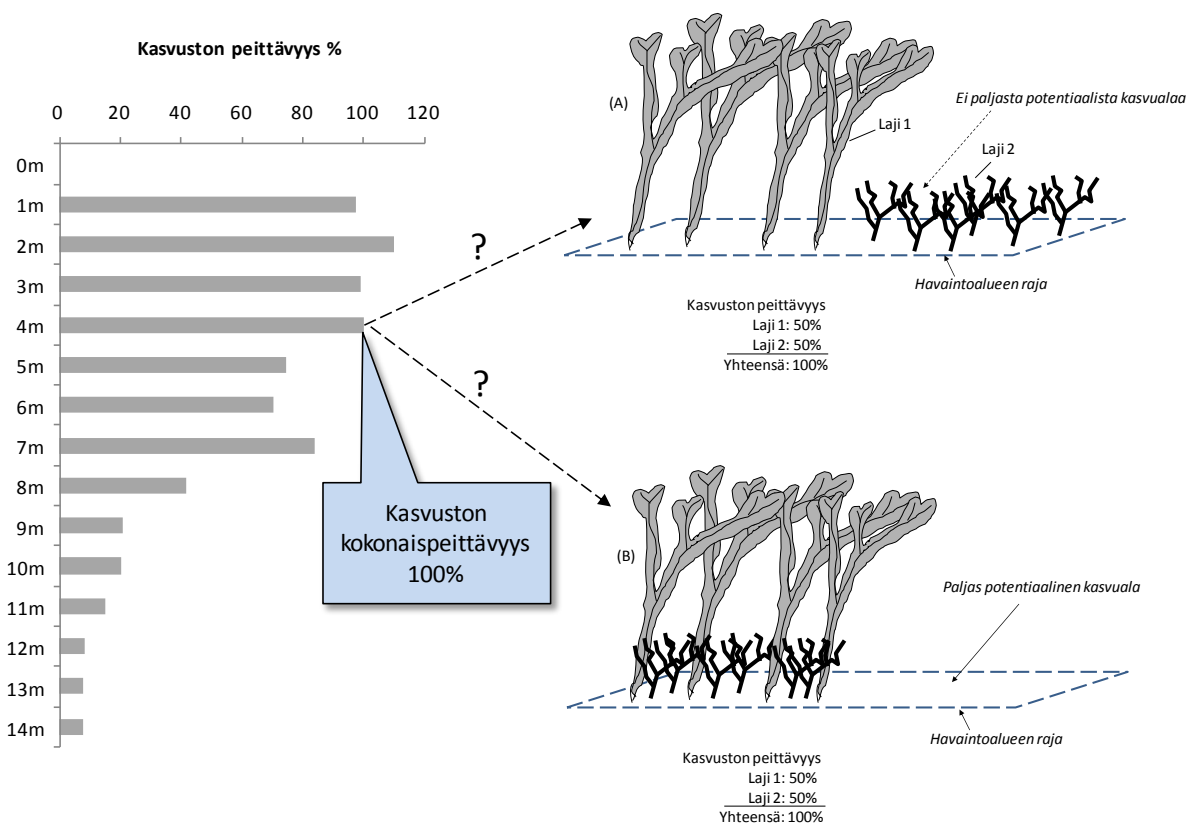


Kuva 40 A ja B. Kuvassa A on esitetty leville sopivan kasvualan (oikeantyyppisen pohjanlaadun) määrä ja leväkasvuston kokonaispeittävyys syvyyden mukaan Uudenmaan avoimilla seurantapaikoilla. Kasvuston kokonaispeittävyyden muodostaa useampi eri laji noin 0–11 metrin syvyydellä. Noin 11 metriä syvemmällä esiintyy keskimäärin vain yksi laji. Syvimmällä esiintyvien leväyksilöiden esiintyminen on valorajoitteista koska kasvuston peittävyys prosentti pienenee jyrkästi seitsemän metrin syvyydestä lähtien vaikka sopivaa kasvualaa on tarjolla. Kuvassa B on levien yhteyttämiseen soveltuvan PAR -valon (yhteyttämiseen soveltuvan valon) muutos syvyyden suhteen 0,5–14 metrin syvyydellä. Syvimmällä esiintyvien punalevälaajien valon tarve on noin  $3\text{--}5 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . Kuvan A aineisto: Vesikasvirekisteri.

### 3.2.3. Kasvuston peittävyys

Monivuotisten lajien, erityisesti monimuotoisuutta ylläpitävien lajien kuten rakkolevän, kohdalla korkea kasvuston peittävyys prosentti katsotaan ekologisessa mielessä hyväksi. Rihmamaisten, veden rehevöitymisestä hyötyvien lajien runsastuminen taas katsotaan haitalliseksi ilmiöksi. Kasvuston peittävyys prosentti pienenee yleensä syvyyden kasvaessa (kuva 40). Tämä johtuu useamman ympäristötekijän muuttumisesta samaan aikaan. Esimerkiksi syvemmällä esiintyy vähemmän lajeja ja kasvuun käytettävissä olevan valon määrä vähenee syvyyden lisääntyessä eksponentiaalisesti.

Kasvuston peittävyyttä kuvataan yleisesti peittävyys prosenttina. Pelkän peittävyys prosentin perusteella tehty katsaus antaa kuitenkin suppean kuvan rantavyöhykkeen arkkitehtuurista ja sen ekologisista prosesseista. Esimerkiksi eri havaintoaloilla tai samalla havaintoalalla vuosien välillä esiintyvien lajien yhteenlaskettu peittävyys prosentti voi olla sama, mutta ekologisesta näkökulmasta tilanteet paikan päällä voivat erota toisistaan huomattavasti. Toisin sanoen numeeriset arvot ovat samat, mutta levien ja niiden yhteydessä esiintyvien pohjaeläinten lähtökohdat ovat erilaiset. Makroleväkasvustoissa esiintyy peittävyyden suhteen laikuttaisuutta, jossa kasvustoa puuttuu joltain alueelta kokonaan. Tällaista aluetta kutsutaan seurannan yhteydessä ”paljaaksi potentiaaliseksi kasvualaksi leville”. Käsite on selostettu kuvassa 41.

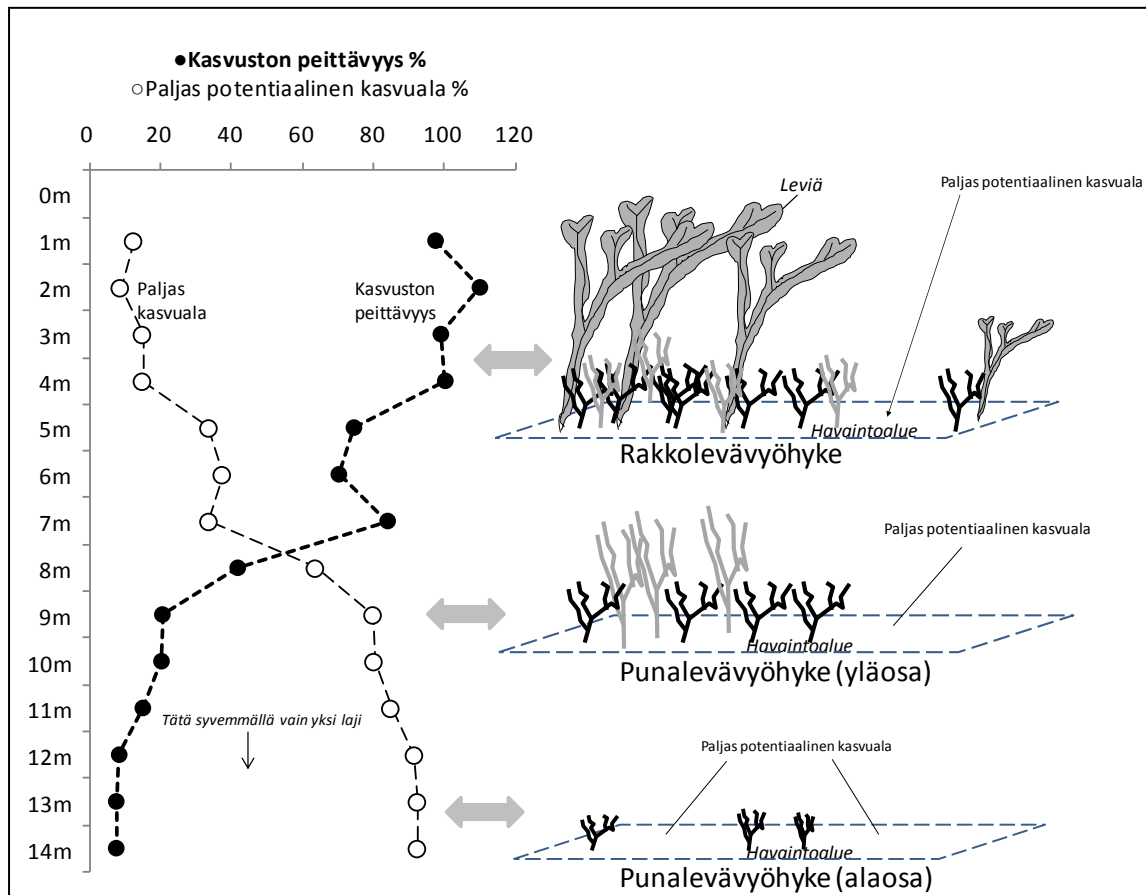


Kuva 41. Vasemmanpuoleisessa kuvassa on esitetty Uudenmaan rannikkovesien avoimien seuranta-alueiden leväkasvuston keskimääräinen peittävyys palkkikaaviona ilmaistuna prosentteina havaintoalueesta syvyyden suhteen. Pelkän prosenttipeittävyyden tarkastelu ei paljasta levävyöhykkeen arkkitehtuuria luonnossa: Esimerkiksi neljän metrin syvyydellä kasvuston kokonaispeittävyys on 100 %. Pelkän peittävyys prosentin mukaan tilanne luonnossa voi tällöin ääritapauksissa olla joko oikeanpuoleisen kuvan A tai B kaltainen. Kuvissa A ja B molemmissa levien peittävyys prosentti on samat 100, mutta kuvassa A levät esiintyvät tasaisesti koko havaintoalueella ja kuvassa B levät esiintyvät kerroksittain, jolloin havaintoalueelle jää tyhjää aluetta (paljas potentiaalinen kasvuala leville), joka kelpaisi levien esiintymisalueeksi, mutta levät eivät siellä jostain syystä esiinny. Aineisto: Vesikasvirekisteri.



Paljaan leville potentiaalisen kasvualan, kasvuston peittävyys prosenttien suhdeluvun ja lajilukumäärän suhteiden avulla voidaan kuvata leväyhteisön arkkitehtuuria pelkkää peittävyys prosenttia yksityiskohtaisemmin. Paljaan kasvualueen tarkastelulla voidaan selvittää esimerkiksi levälajien päällekkäisyyden rakennetta (kuva 42).

Paljas kasvuala kuuluu normaaliin levävyöhykkeen rakenteeseen. Paljaan kasvualan muutos, etenkin sen lisääntyminen vuosien aikana voidaan nähdä ekologisessa mielessä samankaltaisuutena maa ekosysteemien eroosion tai autioitumisen kanssa olematta kuitenkaan suoraan verrannollinen niihin.

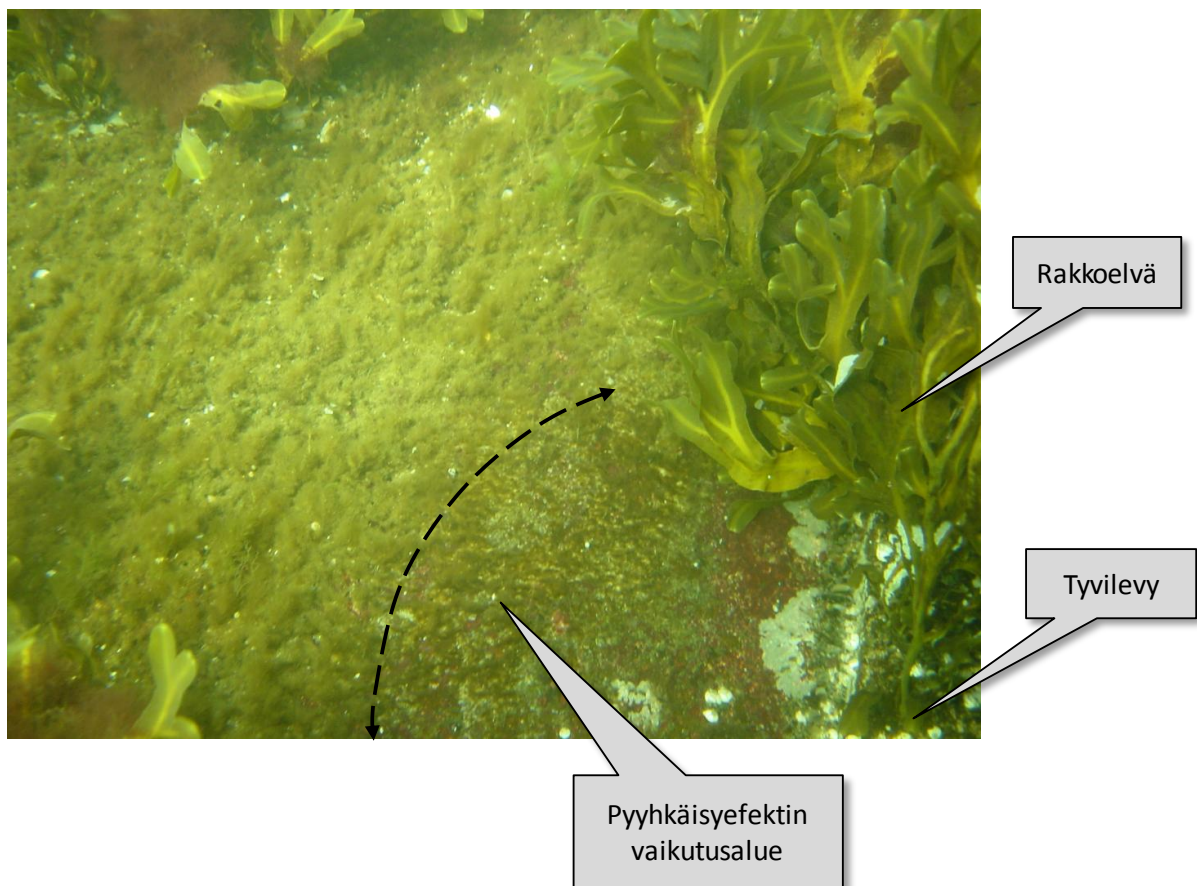


Kuva 42. Vasemman puoleisessa viivakaaviossa on esitetty mittaustulos paljaan leville potentiaalisen kasvualan (○) ja leväkasvuston kokonaispeittävyys (●) muutoksista syvyyden suhteen Uudenmaan rannikkovesien avoimilla seurantapaikoilla. Kasvuston kokonaispeittävyys laskee syvyyden lisääntyessä. Paljas leville potentiaalisen kasvualan määrä lisääntyy syvyyden kasvaessa. Paljasta leville potentiaalista kasvualaa on kuitenkin havaittavissa joka syvyydellä vaikka kasvuston lajien yhteenlaskettu peittävyys on paikoin yli 100 % kun lajit esiintyvät kerroksittain.

Oikeanpuoleinen kuvasarja havainnollistaa visuaalisesti vasemmassa kuvassa esitettyä viivakuvaajaa. Kasvuston peittävyys, paljaan potentiaalisen kasvualan suhdeluvun ja lajilukumäärän avulla kuvataan leväyhteisön arkkitehtuuria rakko- ja punalevävyöhykkeissä. Rakko-levävyöhykkeessä lajisto esiintyy kerroksittain. Kasvuston kokonaispeittävyys on paikoin yli 100 % mutta paljasta kasvualaa esiintyy silti 10–15 %. Punalevävyöhykkeen yläosassa lajit esiintyvät edelleen osin toistensa aluskasvillisuutena vaikka paljaan kasvualan osuus on lisääntynyt. Uudenmaan seurantalinjoilla punalevävyöhykkeen alaosassa esiintyy pääsääntöisesti yksi laji jolloin paljaan kasvualustan osuus kasvaa samassa suhteessa kasvuston peittävyys pienentyessä ja syvyyden lisääntyessä.

Havaintoarvot (●○) on yhdistetty toisiinsa katkoviivalla selkeyden vuoksi. Luonnossa tilanne havaintoarvojen välillä ei välttämättä ole katkoviivan mukainen. Aineisto: Vesikasvirekisteri.

Paljaan, levien kasvulle sopivan alueen, esiintymiselle on useita syitä. Esimerkiksi rakkolevävyöhykkeessä paljas pohjan kohta saattaa syntyä luonnollisesti kun rakkoleväyksilö irtoaa tai vuodenaikainen laji on lopettanut esiintymisen, eikä uusi yksilö tai laji ole kasvanut tilalle. Rakkolevällä on myös niin sanottu pyyhkäisyefekti, jossa rakkoleväyksilö heiluu aallokon mukana samalla pyyhkien pohjaa (kuva 43.). Tämä ilmiö estää merkittävästi muiden eliöiden asettumista pohjalle. Seurannan näkökulmasta paljaan levien kasvulle sopivan pohjan merkitys korostuu punalevävyöhykkeessä, jossa ei ole vuodenaikaisia lajeja ”paikkaamassa” autioituneita alueita. Punalevävyöhykkeessä leville sopiva kasvualue voi muuttua paljaaksi ihmisen aiheuttamien paineiden takia. Yleisen rehevöitymisen seurauksena valon määrän vähentyessä vesipatsaassa yhä harvempi punaleväyksilö voi jatkaa kasvuaan sellaisilla pohjan alueilla, joilla valon määrä on ollut jo luonnostaan matala. Kasvun heikkeneminen näkyy paljaan leville potentiaalisen kasvualan lisääntymisenä. Myös vesirakentamisen, laivaliikenteen yms. seurauksena vesipatsaaseen levinnyt pohja-aines voi laskeutua pohjalle ja estää uusien leväyksilöiden kiinnittymisen, jolloin vanhojen yksilöiden kuollessa tilalle ei tule korvaavia yksilöitä.

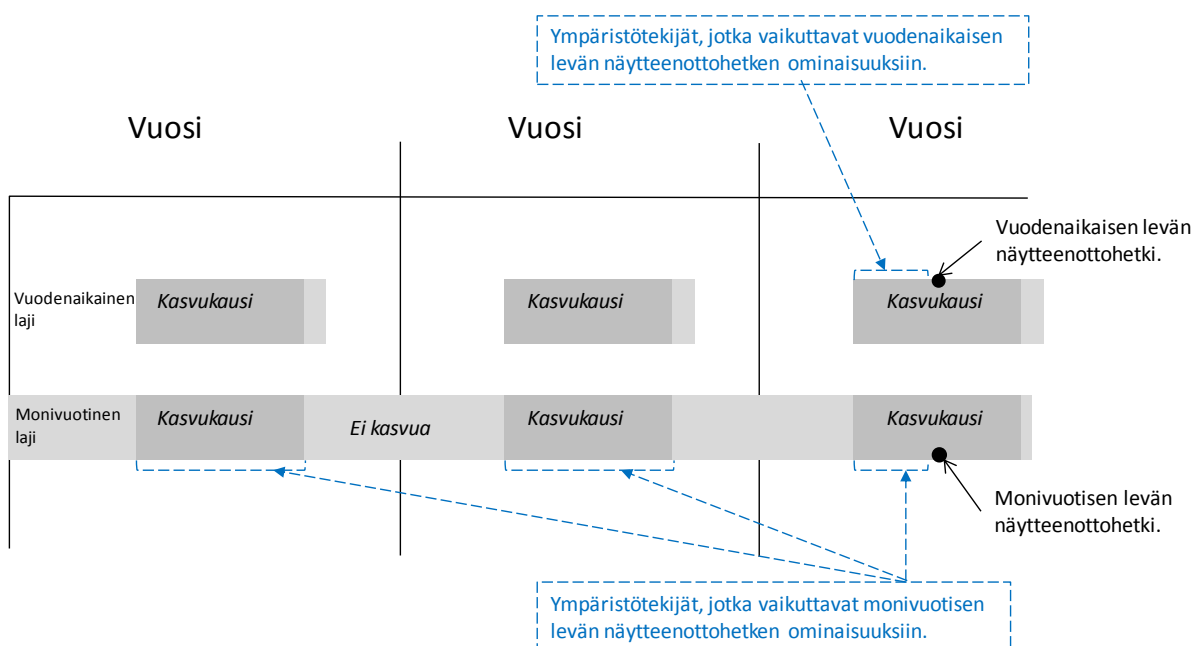


Kuva 43. Pyyhkäisyefekti. Rakkolevän sekovarsi on kiinnittynyt pohjaan tyvilevyllä. Aallokon voimasta sekovarsi pyörii tyvilevyn ympäri ja putsaa pohjaa ja hankaloittaa muiden lajien kiinnittymistä.

### 3.3 Seuranta-aineiston yhdistäminen muuhun ympäristöaineistoon

Pelkästään havaitut muutokset lajistossa, lajilukumäärässä, runsaudessa tai kasvusyvyyksissä eivät itsessään riitä ihmistoiminnan vaikutuksen todentamiseen. Vasta kun edellä kuvattua luontaista vaihtelua aiheuttavat ympäristötekijät ja muut tekijät on huomioitu, voidaan tarkastella ihmistoiminnan vaikutuksia rannikko-vesien laatuun käyttämällä makrolevien valittuja ominaisuuksia indikaattorina. Tällöin tarkastellaan kuinka makrolevät ilmentävät ihmistoiminnan paineita vesiympäristöön oman luonnollisen vaihtelunsa lisäksi. Ihmistoiminnan vaikutuksia arvioitaessa seuranta-aineiston havainnot pitää yhdistää alueen ympäristötekijöihin (näkösyvyys, ravinteen, yms.) ja niiden muutoksiin, sekä lopuksi löytää näiden välinen riippuvuus. Riippuvuudella tarkoitetaan tässä makrolevien ominaisuuksien muutosten ja ympäristötekijöiden muutosten merkittävää yhdensuuntaista tai vastakkaista suuntaa siten että levien ominaisuuksien muutos seuraa ympäristötekijöiden muutosta. Kuvattaessa ihmistoiminnan vaikutuksia makrolevien ominaisuuksiin, tärkeimpiä ympäristötekijöitä ovat näkösyvyys ja vesipatsaan ravinteet.

Aineiston jalostuksessa, eli tässä tapauksessa levien ominaisuuksien ja ympäristötekijöiden riippuvuuden etsimisessä, on huomioitava levien elinkierron ja levissä tapahtuneiden muutosten selittävä tekijänä käytettyjen ympäristötekijöiden ajallisen vaikuttavuuden suhde. Levät muovautuvat ominaisuuksiltaan vastaamaan ympäristöolosuhteita. Seuranta-aineiston jalostuksessa käytettyjen monivuotisten levien ominaisuuksia määrittävät keräyshetkeä edeltäneiden vuosien ympäristöolosuhteiden summakehitys pääasiassa ko. vuosien kasvukauden aikana (kuva 44).



Kuva 44. Levien näytteenottohetken (●) ja sitä edeltävien sellaisten ympäristöolosuhteiden huomioiminen, mitkä vaikuttavat levien mitattaviin ominaisuuksiin. Monivuotisen lajin ominaisuudet ovat muovautuneet sen kasvun aikana kaikkien edeltävien vuosien kasvukausien ympäristöolosuhteiden vaikutuksesta. Vuodenaikaisen levän ominaisuuksiin ovat vaikuttaneet näytteenottoa edeltäneen kulu-  
neen vuoden kasvukauden ympäristöolot. Vaalea harmaa alue = levän esiintymiskausi, tumma harmaa alue = levän kasvukausi.

## 3.4 Aineiston jalostus yleiskuvan saamiseksi Uudenmaan rannikkovesien rantavyöhykkeen tilasta

Seuraavassa tarkastellaan seuranta-aineiston jalostuksen avulla Uudenmaan rannikkovesien nykyistä tilaa ja siihen johtanutta kehitystä. Tarkastelu rajataan avoimen saariston vuosittain seurattavien Granbusken (Tvärminne), Bålaskär (Inkoo) ja Ämmärukka (Pernaja) seurantapaikkojen ja vesipuitedirektiivin mukaisten seurantapaikkojen vuosina 2009–2015 kerättyyn aineistoon (kuvat 26 ja 33).

### 3.4.1. Lajilukumäärä ja lajisto

Avoimen saariston seurantapaikoilla havaittiin vuosina 2009–2015 seurannan yhteydessä yhteensä 20–25 makrolevälajia. Vuodenaikaisia lajeja havaittiin 12–17 ja monivuotisia 8–12. Havaitut lajit ovat tyypillisiä alueelle eikä mikään lajeista ei ole silmälläpidettävä tai uhanalainen. Taulukoihin 1 ja 2 on kirjattu pääasias-  
sa sellaisia lajeja, joista on voitu määrittää seurattavat muuttujat. Joistain lajeista ei ole voitu määrittää luotettavasti kaikkia seurannan muuttujia niiden kasvutavasta johtuen. (Taulukot 1 ja 2.)

Taulukko 1. Lajilista vuosina 2009–2015 havaituista yleisimmistä makrolevälajeista. Monivuotiset lajit ovat lihavoitu. Aineisto: Vesikasvi-  
rekisteri.

Viherleviä	Ruskolevä	Punaleviä
<i>Acrosiphonia centralis</i>	<i>Chorda filum</i>	<i>Ceramium tenuicorne</i>
<i>Cladophora glomerata</i>	<i>Chorda tomentosa</i>	<b><i>Coccotylus truncata</i></b>
<b><i>Cladophora rupestris</i></b>	<i>Dictyosiphon foeniculaceus</i>	<b><i>Furcellaria lumbricalis</i></b>
<i>Eudesme virencens</i>	<i>Ectocarpus siliculosus</i>	<b><i>Hildenbrandia rubra</i></b>
<i>Ulothrix / Urospora</i>	<b><i>Fucus vesiculosus</i></b>	<b><i>Phyllophora pseudeoceranoides</i></b>
<i>Ulva intestinalis</i>	<i>Pilayella littoralis</i>	<b><i>Polysiphonia fucooides</i></b>
	<b><i>Sphacelaria arctica</i></b>	<i>Polysiphonia violacea</i>

Vuosien 2009–2015 välillä Granbuskenilla (Tvärminne) havaittiin vuosittain yhteensä 7–12 lajia, Bålaskärillä (Inkoo) 6–8 lajia ja Ämmärukalla (Pernaja) 6–11 lajia (taulukko 2). Lajien joukossa on sekä vuodenaikaisia että monivuotisia lajeja. Koska seuranta tehdään vuosittain eri ajankohtana huhtikuun ja elokuun välisenä aikana, vuodenaikaisissa lajeissa esiintyy seurannan ajankohdasta johtuen normaalia levien elinkiertoa perustuvaa vaihtelua. Sama koskee huhtikuun–elokuun välisen ajanjakson ulkopuolista aikaa: seuranta-aineiston perusteella ei voida tehdä lajikuvauskaavioita kaikkien vuodenaikaisten lajien osalta.

Vuodenaikaiset lajit reagoivat vesialueen tilaan muutaman päivän tai kuukauden aikaskaalalla. Elinkierrosta johtuen vuodenaikaisten lajien seuranta pitäisi tehdä lajikohtaisesti noin viikon välein jotta lajiston indikaattoriarvo olisi käytettävissä. Uudenmaan rannikkovesillä seuranta tehdään kerran vuodessa. Tällöin seurannan indikaattorilajeina toimivat monivuotiset lajit.

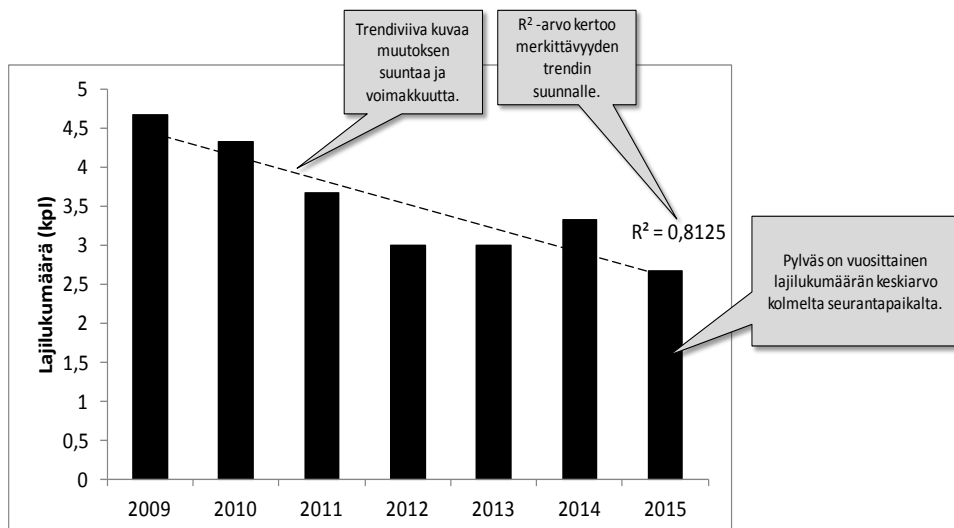
Taulukko 2. Avoimen saariston seuranta-alueilla havaitut monivuotiset lajit seuranta-alueittain ja vuosittain vuosina 2009–2015. x= laji esiintyy. Aineisto: Vesikasvirekisteri.

Alue	Laji	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Granbusken	<i>Cladophora rupestris</i>	x	x					
	<i>Coccotylus truncata</i>	x	x	x				
	<i>Fucus vesiculosus</i>							x
	<i>Furcellaria lumbricalis</i>	x	x					
	<i>Phyllophora pseudoeoceranoides</i>	x	x	x	x	x	x	x
	<i>Polysiphonia fucoides</i>	x	x	x	x	x	x	x
	<i>Sphacelaria arctica</i>		x	x	x	x	x	
Bålaskär	<i>Fucus vesiculosus</i>	x	x	x				
	<i>Furcellaria lumbricalis</i>	x	x	x	x	x	x	x
	<i>Polysiphonia fucoides</i>						x	
Ämmärukka	<i>Cladophora rupestris</i>	x						
	<i>Coccotylus truncata</i>	x	x	x	x	x	x	x
	<i>Fucus vesiculosus</i>	x	x	x	x	x	x	x
	<i>Furcellaria lumbricalis</i>	x						
	<i>Polysiphonia fucoides</i>	x	x	x	x	x	x	x
	<i>Polysiphonia violacea</i>	x	x	x	x	x	x	
	<i>Sphacelaria arctica</i>	x						

### 3.4.2. Monivuotisten lajien lajilukumäärän tarkastelu vuosien välillä

Monivuotisten lajien lajilukumäärä on taantunut Granbuskenilla, Bålaskärillä ja Ämmärukalla vuosina 2009–2015 (kuva 45). Monivuotisten lajien lukumäärän taantumisessa on selkeä trendi. Taantuminen on tapahtunut pääosin sellaisten lajien kohdalla, jotka esiintyvät 3–9 metrin syvyydellä, mutta tätä syvemmällä esiintyvät lajit eivät ole taantuneet. Taantumisen seurauksena pohja on ollut yleensä autioituneen alueen osalta paljaana tai sekalaisen, pääasiassa kuolleesta levästä, mikrolevistä ja sedimentistä koostuvan, orgaanisen ja epäorgaanisen aineksen peitossa.



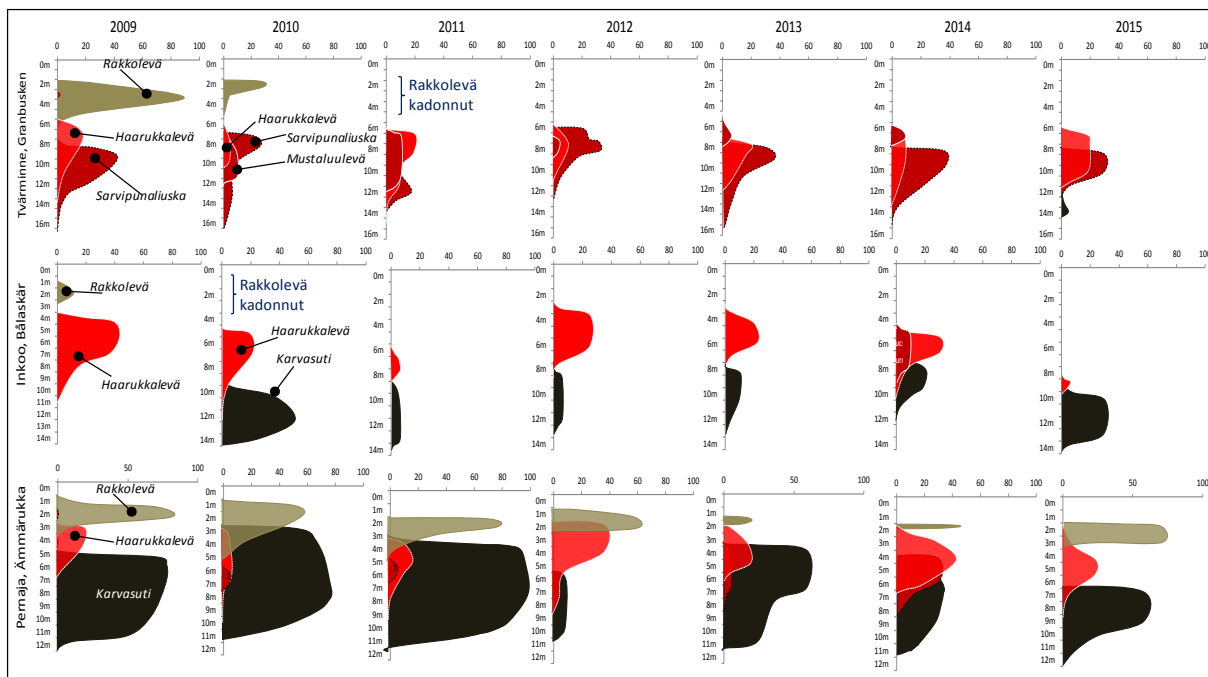


Kuva 45. Monivuotisten makrolevien keskimääräinen lajilukumäärä, lajilukumäärän muutos ja muutoksen trendiviiva Granbuskenin, Bålaskärin ja Ämmärukan avoimilla seurantapaikoilla vuosina 2009–2015. Seurantapaikkojen havainnot on yhdistetty vuosittaiseksi keskiarvoksi. Trendiviivan arvoa  $R^2=0,8125$  voidaan pitää ekologisesti merkittävänä. Aineisto: Vesikasvirekisteri.

### 3.4.3. Monivuotisten lajien runsaudesta ja kasvusyvyydestä

Yleisimpien monivuotisten lajien maantieteellinen muutos syvyytesiintymisen ja runsauden (peittävyys %) suhteen Tvärminnen, Inkoon ja Pernajan avoimilla seurantapaikoilla vuosina 2009–2015 on esitetty kuvassa 46. Läntisillä alueilla vallitsevia lajeja ovat punaleväkää (Furcellaria lumbrialis), mustaluulevä (Polysiphonia fucooides) ja sarvipunaliuska (Phyllophora pseudoceranoides). Itäisellä alueella ruskolevä karvasuti (Sphacelaria arctica) esiintyy valtalajina Inkoon Bålaskärin ja Pernajan Ämmärukan seurantapaikoilla. Lajit esiintyvät alueittain suhteellisen samoilla syvyyksillä vuodesta toiseen, mutta Uudenmaan rannikkovesillä itään päin kuljettaessa lajien suurimmat kasvusyvyydet mataloituvat pääosin näkösyvyyden heikkenemisen eli veden luontaisen samentumisen johdosta.

Kasvustojen peittävyys prosenteissa esiintyy vaihtelua vuosien välillä. Tämä voi johtua esimerkiksi monivuotisten lajien kasvustojen runsaudessa tapahtuvasta vuosien välisestä vaihtelusta. Erityisenä ilmiönä nähdään, että vuosien 2009–2010 aikana rakkolevä taantui ja lopuksi katosi Granbuskenin ja Bålaskärin seurantapaikoilta mutta säilyi Ämmärukassa. Ennen katoamistaan rakkolevä esiintyi runsaana kaikilla seurantapaikoilla paikkojen perustamisesta vuonna 1993 alkaen.

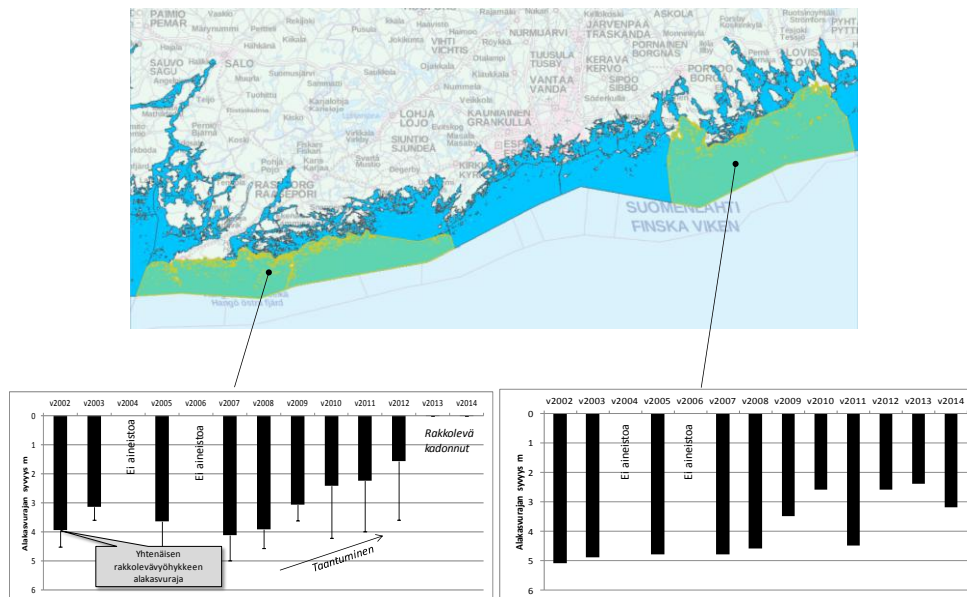


Kuva 46. Yleisimpien monivuotisten lajien syvyys-suuntainen esiintyminen ja runsaus Tvärminnen, Inkoon ja Pernajan avoimilla seuranta-apaikoilla vuosina 2009–2015. X-akselilla on syvyys metreinä ja y-akselilla kasvuston peittävyys prosentteina. Rakkolevä on kadonnut Granbuskenin ja Bälaskärin seuranta-apaikoilta. Huomaa, että y-akselin peittävyys prosenttien skaala on kaikissa kuvissa sama mutta x-akselin syvyyden skaala vaihtelee alueittain. Aineisto: Vesikasvirekisteri.

### 3.4.4. Rakkolevän taantuminen

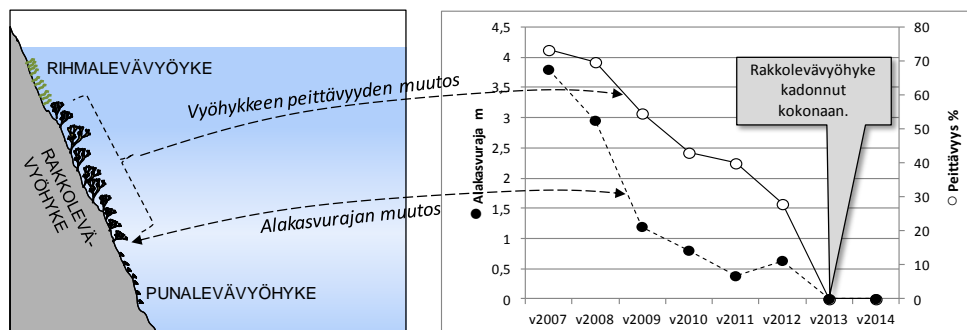
Seuranta-aineiston perusteella rakkolevä on taantunut vuoden 2007 jälkeen. Uudenmaan ELY-keskuksen avoimilla seuranta-apaikoilla rakkolevän taantuminen on ollut voimakasta Tvärminnessä ja Inkoossa, mutta idempänä Pernajan seuranta-apaikalla taantuma on ollut lievempää. Seuranta-aineiston jalostuksen avulla rakkolevän taantumisen tilannetta voidaan tarkastella yhtenäisen vyöhykkeen alakasvurajan ja peittävyys prosenttien (runsauden) suhteen.

Yhtenäisen rakkolevävyöhykkeen alakasvurajan syvyys oli avoimilla seuranta-apaikoilla keskimäärin noin 3,8 metriä vuodesta 2002 (ja sitä aikaisemmin) noin vuoteen 2008 asti. Vuoden 2008 jälkeen yhtenäisen rakkolevävyöhykkeen alakasvurajan syvyys alkoi taantua sekä itäisellä että läntisillä seuranta-apaikoilla. Idässä taantuminen laantui, mutta lännessä jatkui siten, että vuosina 2013–2014 rakkolevä oli kadonnut kokonaan läntisiltä seuranta-apaikoilta (kuva 47).

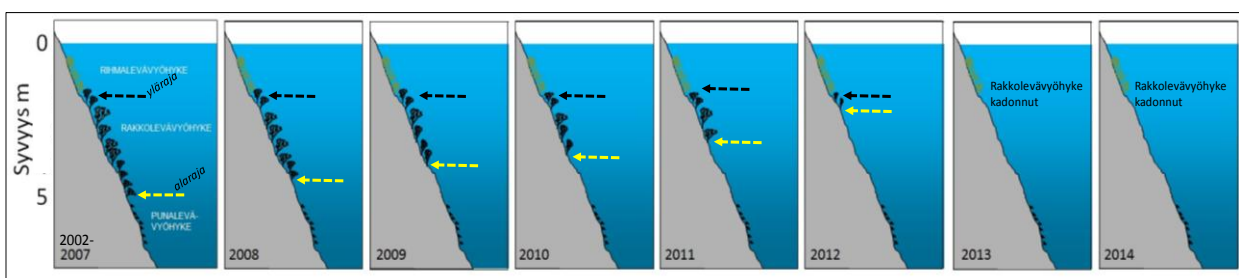


Kuva 47. Yhtenäisen rakkolevävyöhykkeen alakasvurajan syvyyden muutos läntisillä ja itäisillä avoimilla seurantapaikoilla 2002–2014. Aineisto: Vesikasvirekisteri.

Vuonna 2007–2008 alkaneen alakasvurajan mataloitumisen myötä myös vyöhykkeen peittävyys prosentti on pienentynyt samansuuntaisesti vuosina 2007–2012, kunnes koko vyöhyke on kadonnut vuonna 2013. Vyöhykkeen peittävydellä tarkoitetaan keskimääräistä peittävyttä vyöhykkeen ylä- ja alakasvurajojen välisellä alueella. Kuvat 48 ja 49 esittävät rakkolevävyöhykkeen taantumisen ja katoamisen kahdella eri tavalla.



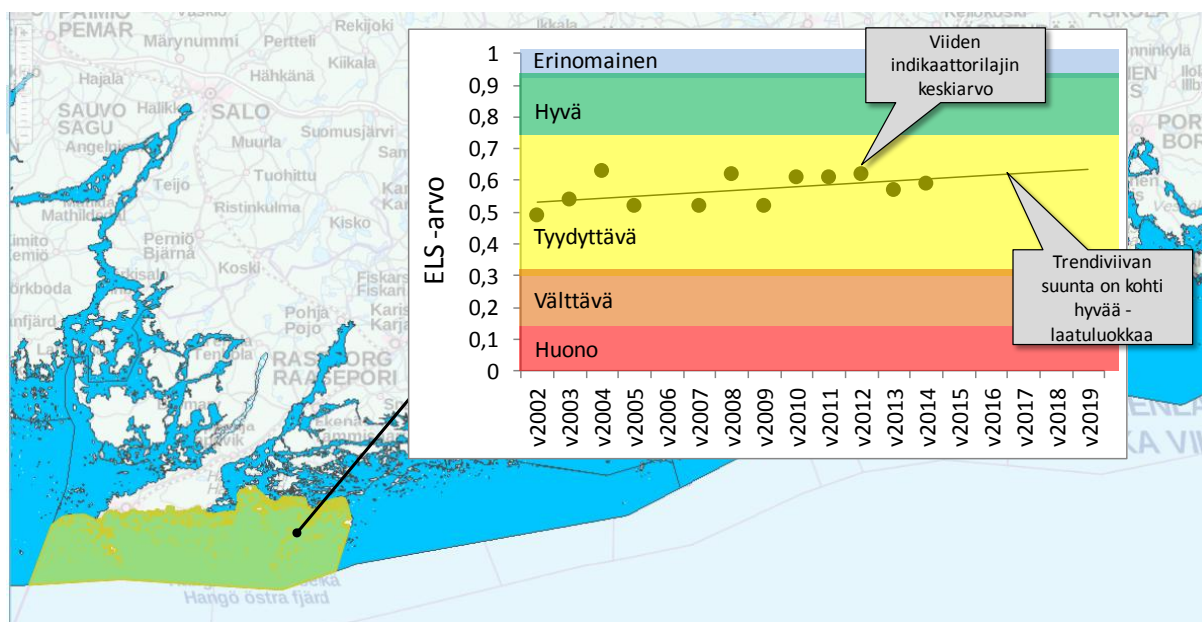
Kuva 48. Rakkolevävyöhykkeen taantuminen. Yhtenäisen rakkolevävyöhykkeen alakasvurajan ja vyöhykkeen peittävyden muutokset vuosina 2007–2013. Vasemmassa kuvassa on visuaalinen esitys rakkolevävyöhykkeestä ja oikeanpuoleisessa kuvassa viivakaavio. Yhtenäisen rakkolevävyöhykkeen alakasvuraja ja vyöhykkeen peittävyys taantuivat 2007 alkaen ja 2013 rakkolevävyöhyke oli kadonnut.



Kuva 49 Kuvasarja rakkolävän taantumisesta. Yhtenäisen vyöhykkeen alakasvurajan mataloituminen ja koko vyöhykkeen katoaminen on tapahtunut vuosien 2007–2013 välisenä aikana. Taantuminen on tapahtunut alakasvurajan (keltainen nuoli) mataloitumisena ja vyöhykkeen harventumisena mutta yläkasvurajan (musta nuoli) syvyys on ollut muuttumaton. Aineisto: Vesikasvirekisteri.

### 3.4.5. Vesipuitedirektiivin mukaisesti kerätyn aineiston jalostus

Euroopan yhteisön vesipuitedirektiivin yhtenä päämääränä on, että rannikkovesien ekologinen tilan laatuluokka on hyvä. Laatuluokka määritetään biologisten laatulementtien avulla, joista yksi on makrofytyt. Aikaisemmin (osa 2) on selostettu ekologisen laatusuhteen (ELS –arvo) määrittämisen käsite ja periaate, joiden avulla vesimuodostuman ekologista laatuluokkaa määritetään ja kuvaillaan. Kuvassa 50 on esitetty Uudenmaan rannikkovesien erään vesimuodostuman ekologisen laatuluokan kehittyminen makrofytyt-laatulementin osalta vuosina 2002–2014. Ekologinen laatuluokka on luokassa tyydyttävä ja ELS -arvoissa on paranemaan päin oleva suuntaus. Vesipuitedirektiivin mukaan vesimuodostuman ekologinen laatuluokka määritetään kokonaisuudessaan useamman biologisen laatulementin mukaan, joten kuvassa 50 esitettyä, pelkästään makrofytyt -laatulementin mukaan tehtyä, luokittelua vesimuodostuman ekologisesta laatuluokasta voidaan pitää ainoastaan suuntaa-antavana kuvauksena, eikä sen avulla voida määrittää vesimuodostuman todellista ekologista laatuluokkaa.



Kuva 50. Erään vesimuodostuman ekologisen laatuluokan kehittyminen ja trendiviiva vuosina 2002–2014 esitettyä vesipuitedirektiivin mukaisena esityksenä makrofytyt -laatulementin osalta. ELS = Ekologinen laatusuhde. Aineisto on kerätty FMI -menetelmällä. Aineisto: ympäristöhallinnon avoin tieto, vesikasvirekisteri.

Tarkasteltaessa makrolevien yleistä esiintymistä vuosina 2009–2015 todettiin monivuotisten lajien lajilukumäärien taantumista. Toisaalta vesipuitedirektiivin mukaisen seuranta-aineiston perusteella vesimuodostumien ekologinen laatuluokka oli paranemaan päin vuosina 2002–2014. Tulos ilmentää luonnollista tilannetta, jossa makroleväyhteisössä on samalla hetkellä käynnissä erilaisia prosesseja ekologisessa mielessä sekä hyvään että huonoon suuntaan. Tässä tapauksessa erot käytetyissä muuttujissa, ja aineistojen laajuudessa ja sekä seurantojen erilaiset päämäärät selittävät ilmiön. Vesipuitedirektiivin mukainen seuranta kohdistetaan sellaisiin valittuihin lajeihin, tai lajien ominaisuuksiin, joiden esiintymisen on todennettu olevan riippuvainen ihmistoiminnan paineista. Seuranta jättää muut havainnot, kuten lajilukumäärän, huomiotta. Vesipuitedirektiivin mukaisten lajien esiintyminen ei ole merkittävästi taantunut rakkolevää lukuun ottamatta. Suuntaus on punaleväindikaattorilajien osalta päinvastainen. Tämän raportin puitteissa lajilukumäärän taantuminen joidenkin monivuotisten lajien kohdalla voidaan todentaa, mutta ei selvittää. Rakkolevän osalta sen poikkeavaan taantumiseen saattaa vaikuttaa ihmistoiminnan ohella tai sen ohi myös esimerkiksi luonnossa tapahtuvat luonnolliset vuorovaikutussuhteet eri lajien kanssa.

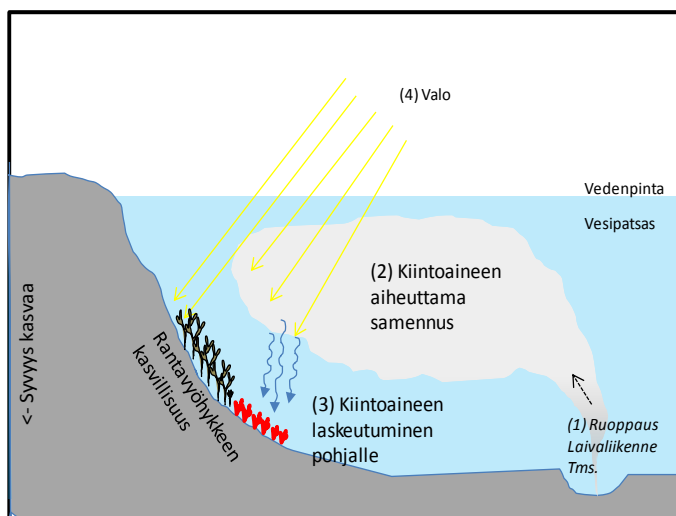
## 3.5 Aineiston jalostus ympäristövaikutusarviointeihin

Tässä osassa kuvataan yleisesti vesirakentamisen tms. ihmisen toiminnan vaikutusmekanismeja ja toimintojen seurauksena samentuvan vesipatsaan ympäristövaikutuksia vesikasvien esiintymiseen ja elintoihin. Kuvausten tarkoituksena on antaa yleisnäkemyksä samennuksen ja pohjalle laskeutuvan kiintoaineen vaikutuksista ja vaikutusten merkittävyydestä. Kuvaukset ovat malliesimerkkejä ja yleistyksiä. Ne perustuvat tehtyihin ympäristövaikutusselostuksiin ja mittaustuloksiin, ja niiden tarkoituksena on tässä kuvata aihetta yleistasolla. Kuvaukset eivät ole yhteydessä mihinkään yksittäiseen hankkeeseen.

Edellä esimerkissä on kuvattu makrolevien esiintymisen vaihtelua luonnollisissa oloissa Uudenmaan rannikkovesillä. Luonnollisilla oloilla tarkoitetaan olosuhteita, joissa ihmistoiminnan paine ei ole suoraan pistemäisenä läsnä. Itämeri on kuitenkin kokonaisuudessaan ihmistoiminnan paineen alla mm. yleisen rehevöitymisen kautta, jolloin edellä esitetty on tavallaan kuvausta joka hetki läsnä olevista ihmispaineista. Itämeren yleinen rehevöityminen muuttaa joitakin makrolevien esiintymiseen vaikuttavia ympäristötekijöitä, kuten näkösyvyyttä, jatkuvasti. Rehevöityminen on pitkälinen prosessi ja yksittäisiä rehevöitymistä aiheuttavia lähteitä on vaikea todentaa. Tällöin makrofyyttejä voidaan käyttää rannikkovesien yleisen pitkäaikaisen rehevöitymisen ilmentäjinä. Pistemäisiä ja rajattavia ihmisen aiheuttamia paineita on esimerkiksi vesiin liittyvä yhdyskuntatoiminta. Yleisimpiä vesiin liittyviä yhdyskuntatoimintoja ovat vesirakentamiseen liittyvät hankkeet, jotka aiheuttavat pohja-aineiden (kiintoaineen) sekoittumista vesipatsaaseen ja sekoittuneen kiintoaineen uudelleen sedimentoitumista pohjalle. Tällaista toimintaa ovat mm. ruoppaus, laivaliikenne, läjitys, yms. Toiminta on luonteeltaan määrääkaista (esim. ruoppaustapahtuma) tai se on rajattu alueellisesti (esim. laivaliikenne). Vesirakentamisen ympäristövaikutuksien on arvioitu olevan yleisen rehevöitymisen ohella pääasiallinen uhka rantavyöhykkeen vesikasvillisuudelle.

### 3.5.1. Makrofyyttien herkkyyks vesien yhdyskuntatoiminnalle

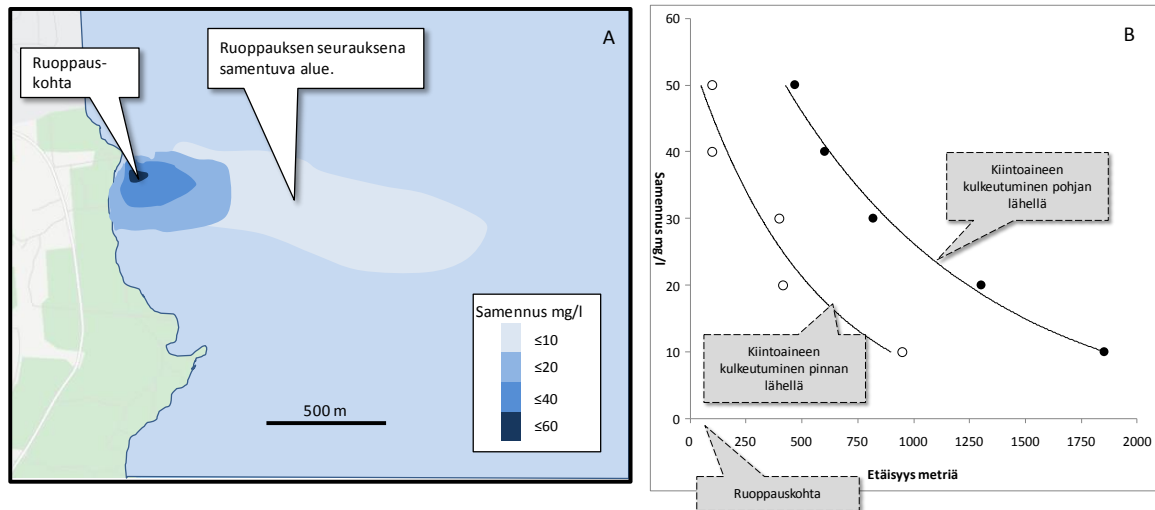
Vesirakentamisen vaikutusmekanismeina ovat vesipatsaan samentuminen ja pohjalle uudelleen sedimentoituvan kiintoaineen kasvillisuutta peittävä vaikutus. Molemmat vaikutukset vähentävät kasvien käytössä olevan valon määrää pohjalla. Valon väheneminen vaikuttaa vesikasvillisuuden elintoihin (kuva 51).



Kuva 51. Vesirakentamisen ympäristövaikutusmekanismi rantavyöhykkeen näkökulmasta. (1) Ruoppaus, laivaliikenne, tms. nostaa pohjasta kiintoainesta vesipatsaaseen, mikä aiheuttaa (2) samennusta. Vesipatsaassa oleva kiintoaine kulkeutuu virtojen mukana ja (3) laskeutuu pohjalle vesikasvillisuuden päälle. Molemmissa tapauksissa kiintoaine (4) vähentää kasvien elintoihin tarvittavaa valon määrää.



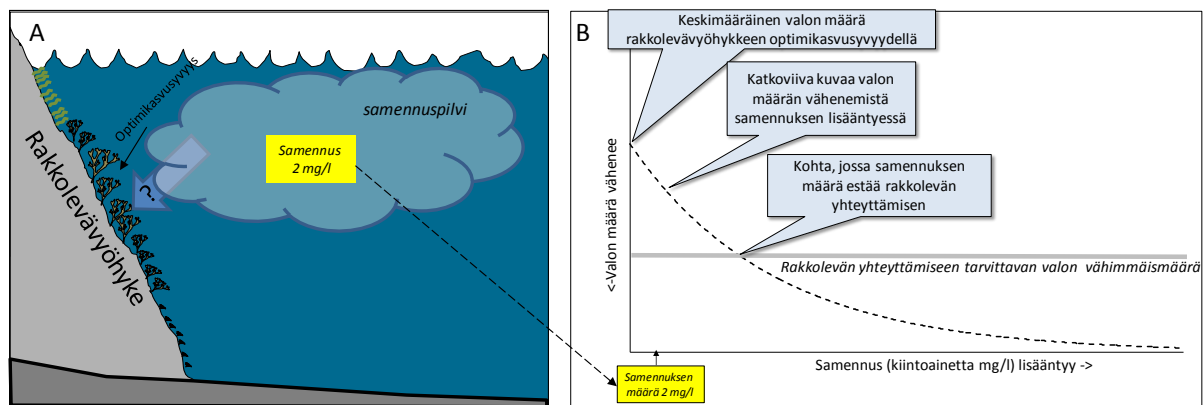
Vesipatsaan samennus leviää yleensä pohjan läheisissä vesikerroksissa kauemmaksi kuin pinnan läheisissä. Samennus laimenee nopeasti etäisyyden kasvaessa. Virtausten mukana samennus voi levitä epäsäännöllisesti. Samennus on ajallisesti rajattu ilmiö, ja sen vaikutus loppuu melko nopeasti kun (ruoppaus)toiminta loppuu (kuva 52). Kiintoainetta sedimentoituu käytännössä pohjalle siellä missä on samennustakin.



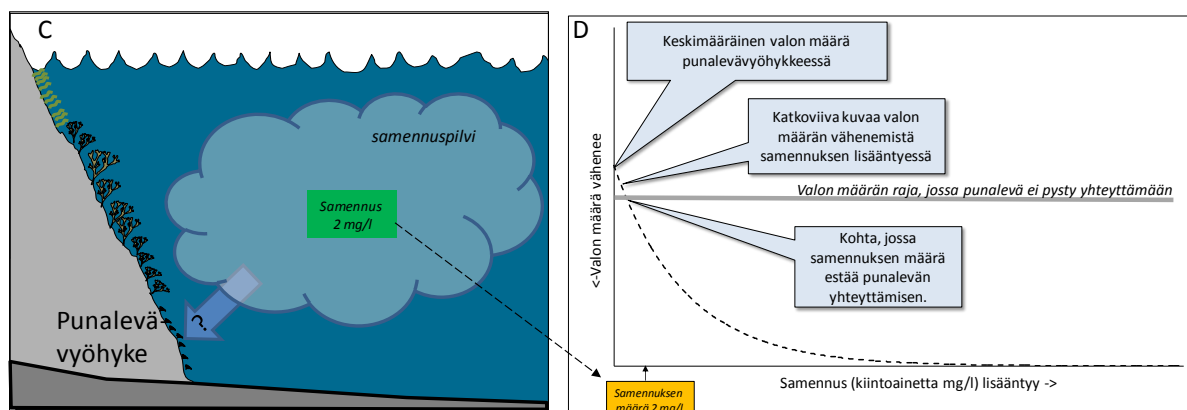
Kuva 52 A ja B. Ruoppauksen, laivaliikenteen, tms. vesipatsaaseen nostattaman kiintoaineen aiheuttaman samentumisen kulkeutumisen kuvaamiseen on erilaisia ilmaisutapoja. Kuvassa A vesipatsaaseen levinneen kiintoaineen leviäminen pinnan läheisissä kerroksissa on kuvattu karttapohjalla. Kuvassa B on kuvaus samennuksen leviämisestä pohjan ja pinnan läheisissä vesikerroksissa. Tässä esimerkikuvassa pinta- ja pohjavesien samennukset leviävät keskimäärin noin 1–2 kilometrin säteelle ruoppauspaikasta. Huomaa, että kuva on mittausaineistoon perustuva esimerkki eikä sen tietoja voi suoraan käyttää vaikutusten arvioinnissa. Kuvan B aineisto: kokooma YVA-selvityksistä.

Leväryhmät ja levävyöhykkeet esiintyvät lajikohtaisesti eri syvyyksillä. Vesipatsaan samentumisella on merkitykseltään erisuuriset vaikutukset leviin niiden esiintymissyvyyksistä riippuen. Kuvissa 53 A ja B on malli valon määrän eksponentiaalisesta muutoksesta samennuksen (kiintoainemäärän) muutoksen suhteen ja sen vaikutukset rakkolevän yhteyttämiseen (esiintymismenestykseen). Pienikin määrä samennusta laskee rakkolevän käytössä olevan valon määrää. Samennuksen määrän vaikutus tulee merkittäväksi viimeistään silloin, kun se laskee valon määrää niin, että rakkolevän yhteyttäminen lakkaa. Kuvissa 53 C ja D on sama tilanne rakkolevää syvemmällä esiintyvän punaleväyhteisön suhteen. Valon määrä punalevien esiintymissyvyydellä on luonnostaan vähäinen. Punaleväyhteisön esiintymissyvyydellä samentumisen vaikutukset ovat suuremmat kuin vastaavilla kiintoainemäärillä rakkolevävyöhykkeessä, ja pienikin määrä samennusta laskee valon määrän yhteyttämistason alapuolella. Veteen liunneen kiintoaineen raekoolla on suuri merkitys samennuksen voimakkuuteen. Mitä pienempi raekoko sitä voimakkaampaa on samennusvaikutus per kiintoaineyksikkö.

## RAKKOLEVÄVYÖHYKE



## PUNALEVÄVYÖHYKE



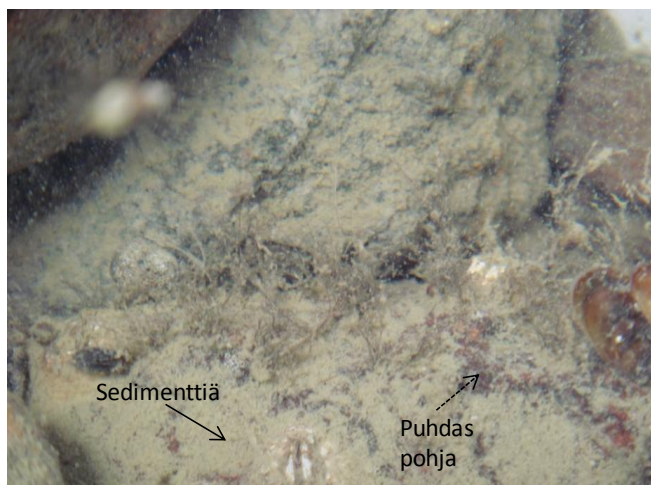
Kuva 53 A–D. Syvyys vaikuttaa samennuksen merkittävyyteen. Samennuksen määrän vaikutusta kuvataan vertailun vuoksi arvolla kiintoainetta  $2 \text{ mg l}^{-1}$  sekä rakkolevävyöhykkeessä että punalevävyöhykkeessä.

Kuvassa A on esitetty vesipatsaan samennus rakkolevävyöhykkeen suhteen. Kuvassa B on esitetty viivakäyrän avulla malliesimerkki valon määrän väheneminen (y-akseli, katkoviivakäyrä) vesipatsaan kiintoainemäärän (x-akseli) muutoksen mukaan rakkolevävyöhykkeen optimikasvuyvydellä. Samennuksen (kiintoainemäärän) lisääntyessä rakkolevän käytössä olevan valon määrä alkaa vähentyä eksponentiaalisesti. Kiintoainemäärä  $2 \text{ mg l}^{-1}$  laskee valon määrää noin 50 %. Rakkolevän yhteyttämisen valon määrän minimiarvo (kompensaatiopiste) on noin  $25 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ .

Kuvassa C on esitetty vesipatsaan samennus punaleväyhteisön suhteen. Punaleväyhteisön keskimääräisellä kasvuyvydellä valon määrä on alun perin matala, ja vesipatsaan kiintoainemäärä  $2 \text{ mg l}^{-1}$  laskee valon määrän alle punalevien yhteyttämiskyvyn. Tässä esimerkkitapauksessa käytetään sarvipunaliuska (*Phyllophora pseudoceranoides*) punalevän yhteyttämisen minimiarvoa (kompensaatiopistettä), joka on  $3\text{--}5 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ .

Kuva on mittaustulokseen perustuva esimerkki perustuen tiettyihin syvyysarvoihin ja kiintoaineen raekokoon, eikä sen tietoja voi suoraan käyttää vaikutusten arvioinnissa. Aineisto: Monivesi Oy.

Vesipatsaaseen levinnyt kiintoaine leviää virtausten mukana ja laskeutuu lopuksi pohjalle. Rantavyöhykkeessä kiintoaine laskeutuu kasvillisuuden päälle ja sen väliin pohjalle. Laskeutuneen kiintoaineen vaikutus on sama kuin samennuksen: se estää vesikasvien valon saannin ja yhteyttämisen. Lisäksi pohjalle laskeutunut kiintoaine voi estää uusien leväskupolvien asettumisen pohjalle. (Kuva 54.)



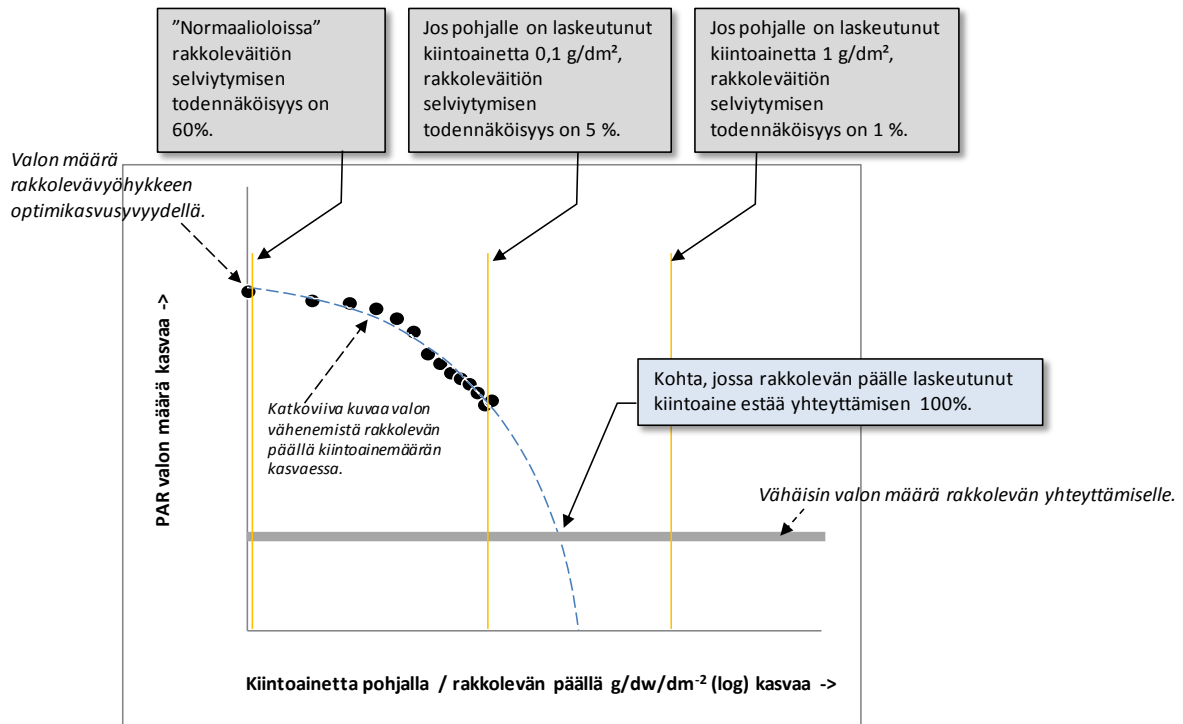
Kuva 54. Kalliopohja on suurimmaksi osaksi vesipatsaasta laskeutuneen kiintoaineen eli sedimentin (yhtenäinen nuoli) peitossa. Puh-  
taat, makrolevien kiinnittymiseen soveltuvat pohjan alueet (katkonuoli) näyttävät kuvassa tummemmilta sedimentin peittämiin alueisiin  
verrattuna.

Samennus ja kiintoaineen laskeutuminen levien päälle niiden kasvukautena ja pohjalle niiden lisääntymis-  
kautena on vaikutukseltaan merkittävämpää kuin kasvu- ja lisääntymiskausien ulkopuolella. Levien päälle  
laskeutuva kiintoaine vähentää niiden valonsaantia kuten samennuskin. Kiintoaineen laskeuduttua pohjalle  
se saattaa estää uusien leväsukupolvien esiintymisen riippuen levien lisääntymisajankohdasta ja kiintoai-  
neen määrästä. Uudenmaan rannikkovesillä esiintyvien levien kasvukausi ajoittuu pääasiassa toukokuun ja  
elokuun välille, mutta niiden lisääntymiskauden ajankohta vaihtelee lajikohtaisesti (kuva 55). Levien lisää-  
ntyminen tapahtuu siten että niiden tuottamat sukusolut tai itiöt uivat vedessä ja laskeutuvat kovalle puhtaalle  
pohjalle, johon ne kiinnittyvät. Jos pohjalla on liikaa irtonaista kiintoainetta, se voi estää itiöiden kiinnittymi-  
sen ja pidemmällä aikavälillä koko lajin esiintymisen. Esimerkiksi rakkolevän pohjalle asettuneiden su-  
kusolujen selviytymisen todennäköisyys on normaalisti noin 60 %. Selviytymisen todennäköisyys on alle 5  
% jos pohjalla on ylimääräistä epäorgaanista kiintoainetta  $0,1 \text{ g dw dm}^{-2}$ , ja alle 1 % kun kiintoainetta on  $1 \text{ g dw dm}^{-2}$  (kuva 56). Pohjalla oleva kiintoaine estää rakkolevän itiöiden kiinnittymisen pohjaan, jolloin ne  
huuhtoutuvat pois.

Laji	Kuukausi											
	Tammi	Helmi	Maalis	Huhti	Touko	Kesä	Heinä	Elo	Syys	Loka	Marras	Joulu
Viherahdinparta												
Rakkolevä												
Punahelmilevä												
Pilviuskolevä												
Suolilevä												
Lettiruskolevä												

Lisääntymiskausi

Kuva 55. Uudenmaan rannikkovesien yleisimpien levien lisääntymiskaudet. Harmaa solu = lisääntymiskausi.



Kuva 56. Kuvassa tarkastellaan malliesimerkin kautta rakkolevän päälle ja meren pohjalle laskeutuvan kiintoainemäärän vaikutuksia sekä olemassa olevien yksilöiden että kolonisoituvien yksilöiden esiintymismenestykseen. Y-akselilla on esitetty keskimääräinen valon määrä rakkolevävyöhykkeen optimikasvuvuorokaudella. Rakkolevien päälle laskeutuvan kiintoaineen vaikutus kohdistuu olemassa olevaan yksilöön ja estää sen yhteyttämiseen tarvitseman valon kulkua (sininen katkoviiva). Pohjalle laskeutuva kiintoaineen vaikutus kohdistuu puolestaan rakkolevän pohjalle asettuneiden sukusolujen eloonjäämismenestykseen (oranssit pystyviivat). Kuvasta nähdään, että kiintoainemäärä 0,1 g dw dm<sup>-2</sup> pohjalla estää 95 % uusien rakkoleväyksilöiden kiinnittymisen pohjalle, mutta rakkolevien päällä sama määrä estää noin 50 % olemassa olevien yksilöiden valonsaantia. Kiintoainemäärä 1 g dw dm<sup>-2</sup> estää sekä olemassa olevien yksilöiden valonsaannin kokonaan että uusien yksilöiden kiinnittymisen lähes kokonaan. Symboli (●) on mittaustulos. Aineistot: Monivesi Oy. Berger ym. 2003.

Samennuksen ja pohjalle laskeutuneen kiintoaineen merkitys rantavyöhykkeen kasvillisuudelle riippuu levi- en kasvupaikasta, veteen liunneen kiintoaineen laadusta eli sen raakoosta, samennuksen kestosta ja vuodenaikaisesta ajankohdasta. Avoimella rannalla matalassa vedessä aallot ja veden liike puhdistavat irtonaisen kiintoaineen pois nopeammin kuin suojaisella rannalla tai syvässä vedessä, jossa kiintoaine jää pohjalle kunnes syysmyrsky tai vastaava tapahtuma ehkä puhdistaa sen pois. Isorakeinen kiintoaine, kuten hiekka, siroaa vähemmän valoa kuin hienorakeinen aine, kuten hiesu. Tällöin sama määrä hienorakeista kiintoainetta vähentää veteen tunkeutuvan valon määrää voimakkaammin kuin sama määrä suurirakeista kiintoainetta.

### 3.5.2. Makrolevät ympäristövaikutusarvioinneissa

Vesirakennushankkeissa tms., niiden suunnittelussa, kaavoituksessa tai kaavasunnittelussa on lakisääteisesti arvioitava ko. toimenpiteiden vaikutukset ja vaikutusten merkittävyys mm. vesiluontoarvoihin ja luonnon monimuotoisuuteen. Luontoarvoja ovat mm. levien muodostamat vyöhykkeet ja niiden kasvusyvyydet. Monimuotoisuutta kuvataan lajilukumäärällä.

Seuraavassa esitetään malliesimerkki näkösyvyys-levien alakasvusyvyyden -muuttujien käytöstä vesirakennushankkeen tms. vaikutusten arvioinnissa. Samennusmäärä on kuvitteellinen, mutta se vastaa keskimääräisiä YVA selostuksissa esitettyjä arvoja vesirakennushankkeista. Levien kasvusyvyydet ja näkösyvyydet ovat oikeita.

Seuranta-aineistoa on mahdollista jalostaa ympäristövaikutusarviointien tarpeisiin esimerkiksi vaikutusarviointien lähde- ja tausta-aineistoksi kuvaamaan hankealueen rantavyöhykkeessä esiintyvien makrolevien nykytilaa (luontoarvoja ja monimuotoisuutta) ja tilan historiallista kehitystä. Vaikutusarvio tehdään hankkeen vaikutusalueelle, ja seuranta-aineiston käyttökelpoisuus ja edustavuus suhteessa hankealueen sijaintiin ja ominaisuuksiin tulee arvioida tapauskohtaisesti.

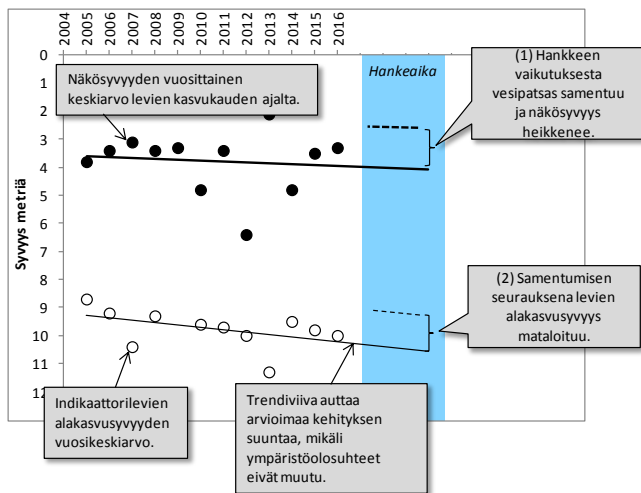
Kun vaikutusarvioita tehdään, tulee ensin selvittää hankkeen vaikutuksen mekanismi, eli mihin sellaiseen ympäristötekijään hankkeen vaikutus kohdistuu, mikä vaikuttaa rantavyöhykkeen makrolevien esiintymisedellytyksiin, eli luonnonarvoihin ja monimuotoisuuteen. Seuraavaksi tulee selvittää em. ympäristötekijöiden historiallinen kehitys ja nykytila. Kolmanneksi arvioidaan hankkeen vaikutuksesta muuttuneiden ympäristötekijöiden vaikutus makroleviin.

Vesirakennushankkeen vaikutuksen mekanismi voi olla esimerkiksi vesipatsaan samentuminen, joka vähentää levien käytössä olevan valon määrää. Kuten aikaisemmin kuvattiin, valon määrän muuttuminen vaikuttaa esim. monivuotisten levien esiintymiseen ja niiden muodostamien vyöhykkeiden syvyyslevittäytymiseen. Tässä tapauksessa tarkastellaan vesipatsaan valon määrän ja levävyöhykkeitä muodostavien lajien alakasvusyvyyksien riippuvuutta, sekä näiden historiallista kehitystä. Lopuksi arvioidaan hankkeen vaikutukset lajilukumäärään ja levien alakasvusyvyyksiin.

Kuvassa 57 on esitetty erään Uudenmaan rannikkovesien avoimen seurantapaikan seuranta-aineistosta määritetyt syvimät monivuotisten makrolevien kasvusyvyydet. Kuvassa on myös näkösyvyyden arvot seurantapaikkojen läheisiltä veden laadun seurantapaikoilta. Näkösyvyyden arvot ovat vuosikeskiarvoja makrolevien kasvukaudelta huhtikuun–elokuun ajalta. Koska kyseessä on monivuotinen lajisto, tarkastelun ajanjaksoksi määritellään riittävän pitkä aika, tässä tapauksessa yli 10 vuotta, jona aikana muutokset ympäristötekijöissä ja monivuotisissa lajeissa tulevat riittävästi esille. Kuvasta 57 nähdään, että makrolevien alakasvusyvyydellä ja näkösyvyydellä on samansuuntaiset trendit: näkösyvyyden parantuessa makrolevien syvyytesiintyminen syvenee. Trendit ovat ekologisessa mielessä paranemaan päin.

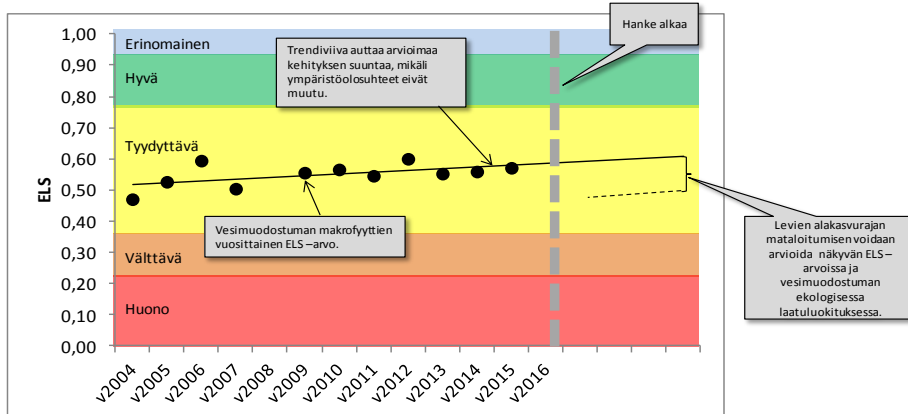
Näkösyvyys vaihtelee luonnossa, mihin monivuotiset levälajit ovat sopeutuneet. Näkösyvyyden heikentyessä kuvitteellisen hankkeen aiheuttama muutos tapahtuu olettaen, että samennuksen vaikutus on vähintään niin pitkäkestoinen, että sillä on vaikutusta levien elinkierron mittakaavassa. Toisin sanoen levät kuluttavat mahdolliset vararavintonsa eivätkä kykene sen jälkeen ylläpitämään elintoimintoja eivätkä myöskään uudet yksilöt kykene asettumaan pohjalle. Mikäli elintoimintoihin tarvittavan valon määrä katoaa ko. lajin esiintymissyvyyksiltä, katoaa lajikin. Arvio sille, heikentääkö alakasvurajan muutos alueen luontoarvoja merkittävästi, ratkaistaan selvitysten perusteella tapauskohtaisesti.





Kuva 57. Näkösyvyyden (●) ja levien alakasvusyvyyden (○) muutokset 2004–2016 Uudenmaan rannikon avoimilla seurantapaikoilla kasvukauden vuosittaisina keskiarvoina. Kuvitteellinen hanke tapahtuu vuoden 2016 jälkeen. Voidaan arvioida, että näkösyvyyden ja levien alakasvusyvyyksien trendit jatkuvat hankevuosina samansuuntaisina, mikäli hanketta ei tule. Kun tiedetään (1) hankkeen aiheuttaman vesipatsaan samennuksen määrä, voidaan sen perusteella arvioida (2) näkösyvyyden pieneneminen ja sen seurauksena tapahtuva levien alakasvurajan mataloituminen. Kuvitellun hankkeen ajankohta on esitetty sinisellä korostusvärillä. Kuvan levien alakasvurajat ja näkösyvyydet ovat todellisia arvoja, muutokset kuvitteellisia mutta mahdollisia. Aineisto: ympäristöhallinnon avoin tieto, vesikasvirekisteri.

Veden samennuksen pitkittyessä tai muuttuessa pysyvästi tapahtumalla saattaa olla vaikutusta tieteelliseen perintöön. Tieteellisellä perinnöllä tarkoitetaan seurannassa saatuja tuloksia ja niiden rekisteröimistä tietokantaan myöhempää käyttöä varten. Mikäli vedenlaadun seurantapaikka on hankkeen vaikutuksen piirissä, niin esimerkiksi vesipuitedirektiivin mukaisessa seurannassa käytetyn viiden indikaattorilevän alakasvurajan mataloitumassa tulos saattaa näkyä makrofyytti -laatumuuttajan ELS -arvossa. Koska makrofyytti -laatulementti on osa ekologista laatuokittelua, sen huonontuessa koko vesialueen ekologinen laatu luokkaa saattaa taantua (kuva 58).



Kuva 58. Makrofyyttien ELS -arvolla on paranemaan päin oleva trendi ennen hankkeen aloittamista. Mikäli vesirakennushankkeen seurauksena näkösyvyys taantuu, on oletettavaa, että levien alakasvurajan syvyys taantuu myös, mikä näkyy taantumisenä ELS -arvossa (ohut katkoviiva). Kuvan ELS -arvot ovat todellisia, muutos on kuvitteellinen mutta mahdollinen. Aineisto: ympäristöhallinnon avoin tieto, vesikasvirekisteri.

Laajan vesimuodostuman kohdalla saattaa yksittäisen hankkeen seurauksena näkyä taantuma vedenlaadun seurantapaikassa, jolloin tilanne ei edusta koko vesimuodostumaa. Syynä laatu luokan putoamiseen ei tällöin ole veden laadun huononeminen, vaan vesirakennushankkeen ympäristövaikutus. Toisaalta laaja hanke pienellä vesimuodostumalla voi vaikuttaa koko vesimuodostuman makroleväyhteisöihin. Vaikutus on voimakas erityisesti silloin, mikäli ELS -arvot ovat jo valmiiksi lähellä ekologista hyvä-tyydyttävä -rajaa, jolloin hankkeen seurauksena laatu luokkaa voi jäädä tyydyttävä -luokkaan.

# Lähteet

- Aroviita, J., Hellsten, S., Jyväsjärvi, J., Järvenpää, L., Järvinen, M., Karjalainen, S. M., Kauppila, P., Keto, A., Kuoppala, M., Manni, K., Mannio, J., Mitikka, S., Olin, M., Perus, J., Pilke, A., Rask, M., Riihimäki, J., Ruuskanen, A., Siimes, K., Sutela, T., Vehanen, T. ja Vuori, K.-M. 2012: Ohje pintavesien ekologisen ja kemiallisen tilan luokitteluun vuosille 2012–2013 – päivitetty arviointiperusteet ja niiden soveltaminen. - YMPÄRISTÖHALLINNON OHJEITA 7 | 2012
- Berger, R., Henriksson, E., Kautsky, L. & Malm, T. (2003) Effects of filamentous algae and deposited matter on the survival of *Fucus vesiculosus* L. germlings in the Baltic Sea. *Aquat Ecol* 37:1–11.
- Domin, A., Schubert, H., Krause, J.C. & Schiewer, U. 2004: Modelling of pristine depth limits for macrophyte growth in the southern Baltic Sea. - *Hydrobiologia* 514: 29–39.
- Eriksson, B.K., Johansson, G. & Snoeijs, P. 1998: Long-term changes in the sublittoral zonation of brown alga in the southern Bothnian Sea. - *European Journal of Phycology* 33: 241-249.
- Eriksson, B.K., Sandström, A., Isæus, M., Schreiber, S. & Karås, P. 2004: Effects of boating activities on aquatic vegetation in the Stockholm archipelago, Baltic Sea - *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 61: 339–349.
- Eriksson, B. & Bergström, L. 2005: Local distribution patterns of macroalgae in relation to environmental variables in the northern Baltic Proper. - *Estuarine, Coastal and shelf Science* 62: 109-117.
- EUROOPAN PARLAMENTIN JA NEUVOSTON DIREKTIIVI 2000/60/EY, annettu 23. lokakuuta 2000, yhteisön vesipolitiikan puitteista.
- FCG Finnish Consulting Group Oy 2011: POHJANKURUN VÄYLÄN SYVENTÄMINEN 6,0 METRIN VÄYLÄKSI. YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN ARVIOINTI. Arviointiselostus.
- Gasum Oy 2014: Ruoppausta ja läjitystä koskevan vesistömallinnuksen päivitys koskien Inkoon sijaintivaihtoehtoa. – Pöyry Oy.
- Gasum Oy 2015: BALTICCONNECTOR Maakaasuputki Suomen ja Viron välillä 2015 Ympäristövaikutusten arviointiselostus Suomi.
- Hällfors, G., Kangas, P. & Lappalainen, A. 1975: Littoral benthos of the northern baltic Sea. III Macrobenthos of the hydrolittoral belt of filamentous algae on rocky shores in Tvärminne. - *Int. Revue. ges. Hydrobiol.* 60:313-333.
- Hering, D., Christian, K.F., Moog, O. & Ofenböck, T. 2006: Cook book for the development of a Multimetric Index for biological condition of aquatic ecosystems: experiences from the European AQEM and START projects and related initiatives. – *Hydrobiologia* 566: 311-324.
- [http://www.syke.fi/fi-FI/Avoin\\_tieto/Uutiset/Ymparistohallinnon\\_avoin\\_tieto\\_nyt\\_yhdes\(37903\)](http://www.syke.fi/fi-FI/Avoin_tieto/Uutiset/Ymparistohallinnon_avoin_tieto_nyt_yhdes(37903))
- Isæus, M. & Rygg, B. 2005: Wave exposure calculations for the Finnish coast. - NIVA Rapport LNR 5075-2005. ISBN 82-577-4780-7.

Jönsson, R. 2004: Recruitment of Baltic *Fucus vesiculosus* – Consequences of eutrophication. PhD Thesis. University of Stockholm.

Kala- ja vesitutkimus Oy 2012: Vuosaaren sataman rakentamisen aikaisen (2003-2008) vesistö- ja kalataloustarkkailun yhteenvetoraportti.

Kangas, P., Autio, H., Hällfors, G., Luther, H., Niemi, Å. & Salemaa, H. 1982: A general model of the decline of *Fucus vesiculosus* at Tvärminne, south coast of Finland in 1977-81. - Acta Bot. Fennica 118: 1-27.

Kangas, P., Bäck, S. & Kauppila, P. 2003: Ehdotuksia Euroopan yhteisön vesipolitiikan puitedirektiivin (2000/60/EY) mukaiseksi rannikkovesien tyypittelyksi Suomessa. – Suomen ympäristökeskuksen moniste numero 284. 51 s. ISBN 952-11-1465-7.

Kautsky, N., Kautsky, H., Kautsky, U. & Wærn, M. 1986: Decreased depth penetration of *Fucus vesiculosus* (L.) since the 1940's indicates eutrophication of the Baltic Sea. - Marine Ecology Progress Series 28: 1-8.

Kiirikki, M. 1996: Mechanisms affecting macroalgal zonation in the northern Baltic Sea. – Eur. J. Phycol. 31: 225-232.

Kiirikki, M. & Blomster, J. 1996: Wind induced upwelling as a possible explanation for mass occurrences of epiphytic *Ectocarpus siliculosus* (Phaeophyta) in the northern Baltic Proper. – Mar. Biol. 127: 353-358.

Kiirikki, M. & Lehvo, A. 1997: Life strategies of filamentous algae in the northern Baltic Proper. - Sarsia 82: 259-267.

Krause-Jensen, D., Carstensen, J. & Dahl, K. 2007: Total and opportunistic algal cover in relation to environmental variables. - Marine Pollution Bulletin 55: 114-125.

Krause-Jensen, D., Sagert, S., Schubert, H. & Boström, C. 2008: Empirical relationships linking distribution and abundance of marine vegetation to eutrophication. - Ecological Indicators 8: 515-529.

Krause-Jensen, D., Carstensen, J., Dahl, K., Bäck, S. & Neuvonen, S. 2009: Testing relationship between macroalgal cover and Secchi depth in the Baltic Sea. – Ecological indicators 1284–1287.

Luode Consulting Oy 2011: Sameuden leviäminen Hangon 13 metrin väylän ruoppaus- ja läjityskohteessa 2.9.2011.

Mascaró, O., Alcoverro, T., Dencheva, K., Díez, I., Gorostiaga, J.M., Krause-Jensen, D., Balsby, T.J.S., Marà, N., Muxika, I., Neto, J.M., Nikolic, V., Orfanidis, S., Pedersen, A., Pérez, M. & Romero, J. 2013: Exploring the robustness of macrophyte-based classification methods to assess the ecological status of coastal and transitional ecosystems under the Water Framework Directive. - Hydrobiologia 704: 279–291.

Raunio, A., Schulman, A. & Kontula, T. (toim.) 2008. Suomen luontotyyppien uhanalaisuus – Osa 1. Tulokset ja arvioinnin perusteet. Suomen ympäristö 8 (1).

Raunio, A., Schulman, A. & Kontula, T. (toim.) 2008: Suomen luontotyyppien uhanalaisuus – Osa 2. Suomen ympäristö 8 (2).

Rinne, H., Salovius-Laurén, S. & Mattila, J. 2011: The occurrence and depth penetration of macroalgae along environmental gradients in the northern Baltic Sea. - *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 94: 182-191.

Ruuskanen, A. & Bäck, S. 1999. Morphological variation of northern Baltic *Fucus vesiculosus*. - *Ophelia* 50: 43-59.

Ruuskanen, A. 2014: Rannikkovesien vesipuitedirektiivin mukainen makrofyyttiseuranta; Ecoregion 5, Baltic Sea, coastal water - Ohjeistus kenttätyöskentelyyn, Versio 1.4.2014

Ruuskanen, A. 2014: Rannikkovesien vesipuitedirektiivin mukaisen makrofyyttiseurannan seurantapaikat UUD –ELYn alueella.

Ruuskanen, A. 2014: Development and description of the Finnish Macrophyte Index (FMI).

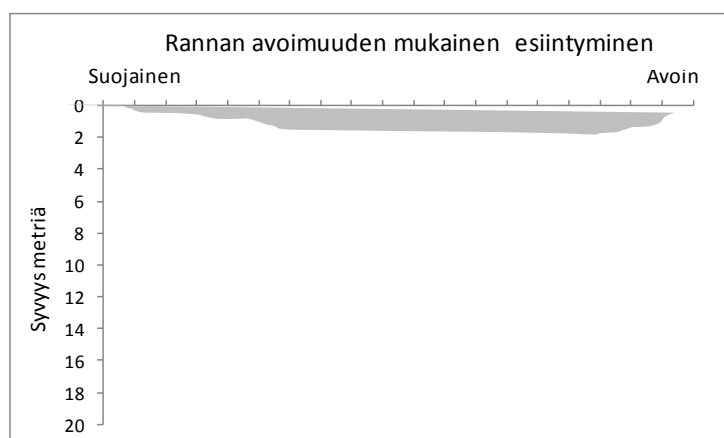
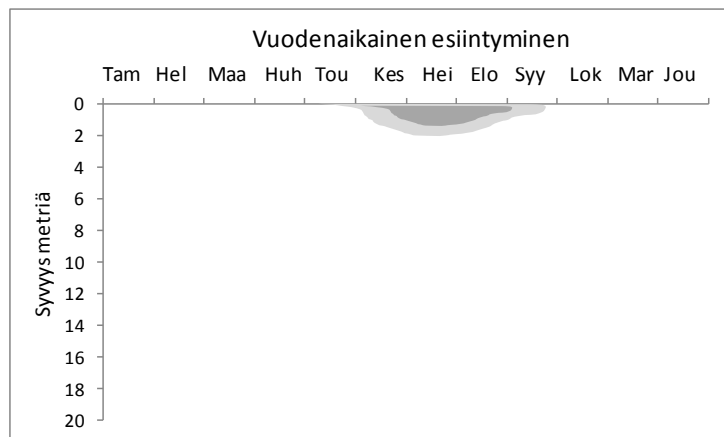
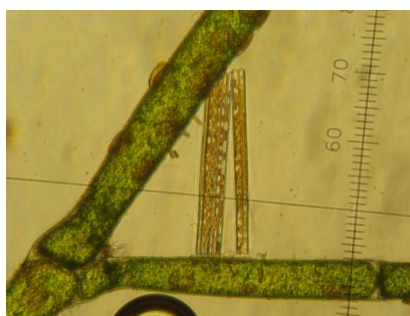
Torn, K., Krause-Jensen, D. & Martin, G., 2006: Present and past depth distribution of bladderwrack (*Fucus vesiculosus*) in the Baltic Sea. - *Aquatic Botany* 84: 53-62.

# Liitteet

Liite 1. Yleisimpien Uudenmaan rannikkovesien makrofyyttien kuvausta

## Viherahdinparta (*Cladophora glomerata*)

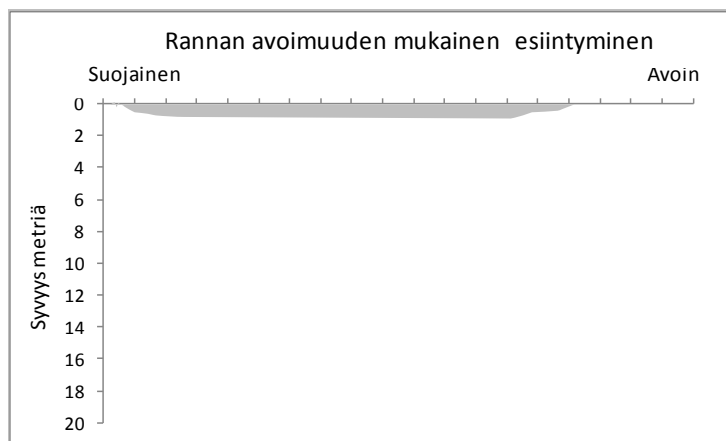
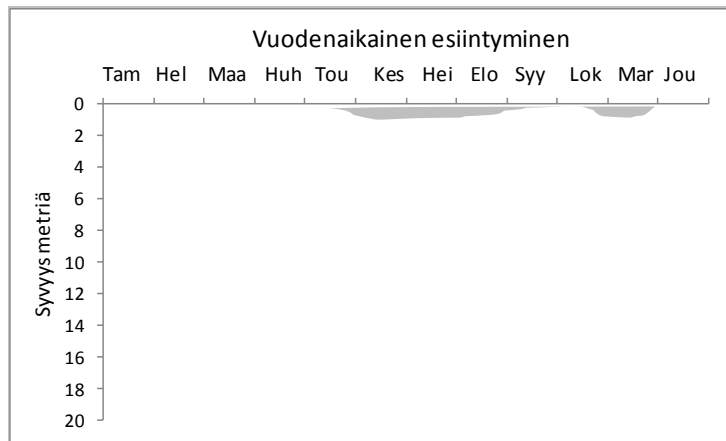
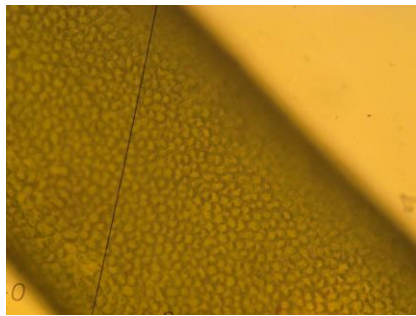
Viherahdinparta esiintyy käytännössä kaikilla rannoilla sisäsaaristosta ulkosaaristoon. Viherahdinparta on vuodenaikainen laji ja sen kasvu alkaa toukokuun alkupuolella aivan vedenrajassa. Kesän edetessä se muodostaa tiheän vyöhykkeen noin 1-2 metrin syvyydelle, mutta sitä voidaan tavata jopa 3 metrin syvyydessä. Elo-syyskuusta alkaen viherahdinparta alkaa taantua ja vyöhyke katoaa syysmyrskyissä. Viherahdinpartakasvuston peittävyys on yleensä lähes 100 %. Se ottaa kasvuun tarvitsemansa ravinteet suoraan vesipatsaasta. Viherahdinparran keskimääräinen pituus on 5-7 cm, mutta kun ravinteita on runsaasti sekovarsi voi kasvaa useiden kymmenien senttimetrin pituiseksi. Veden liike kuitenkin katkaisee pitkän sekovarren. Viherahdinparta hyötyy meren rehevöitymisestä.





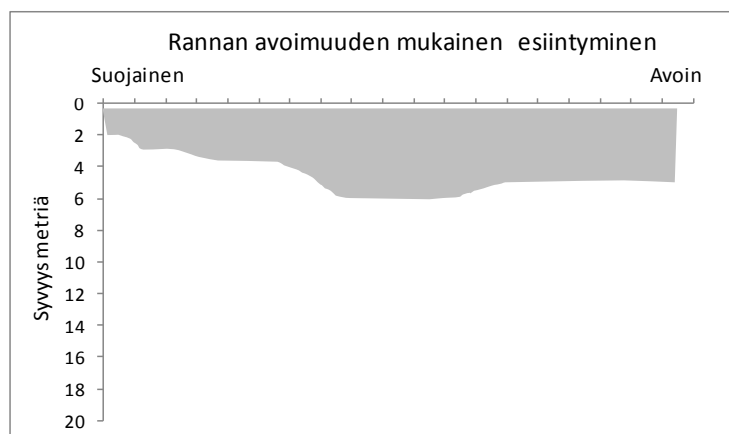
## Suolilevä (*Ulva intestinalis*)

Suolilevä esiintyy lähes kaikilla rannoilla. Suolilevä on vuodenaikainen laji ja se esiintyy pääosin kesä-heinäkuussa, mutta yksittäisiä yksilöitä löytyy vielä myöhään syksylläkin matalasta vedestä. Suolilevä esiintyy veden pinnan läheisyydessä muutaman kymmenen sentin syvyydessä, mutta joskus sitä tavataan kolmenkin metrin syvyydessä. Suolilevä ei muodosta varsinaista vyöhykettä, mutta saattaa esiintyä tiheinä raitoina. Suolilevän pituus vaihtelee muutamasta senttimetristä kymmeneen senttimetriin kasvupaikasta ja kasvuolosuhteista riippuen. Suolilevä on meren rehevöitymistä ilmentävä laji. Sitä tavataan erityisesti lintuluodoilla, jossa on paljon ravinteita saatavilla.



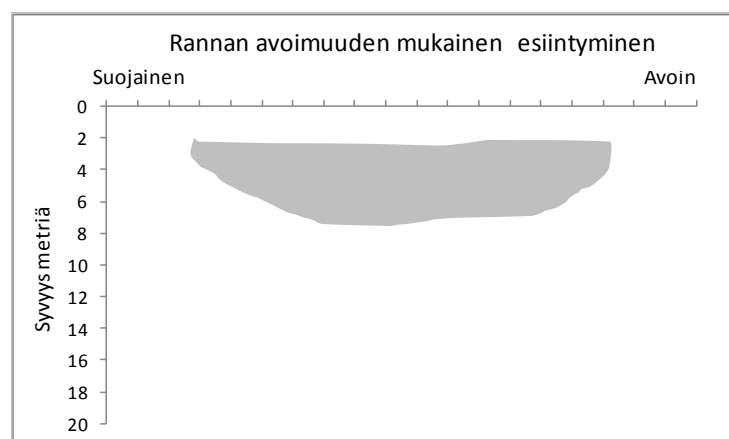
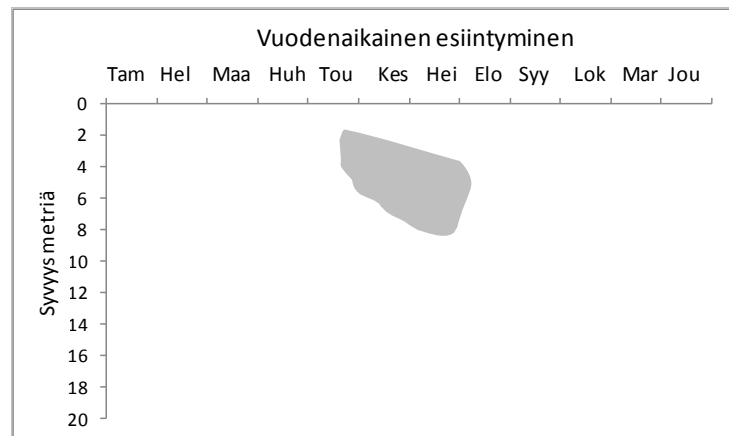
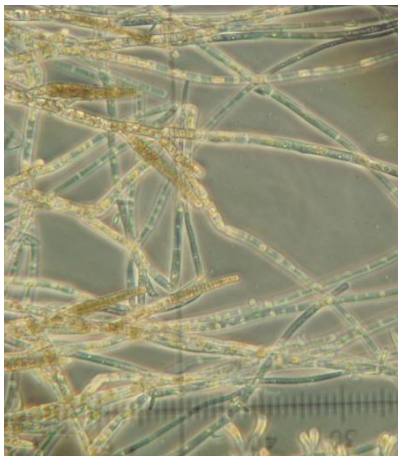
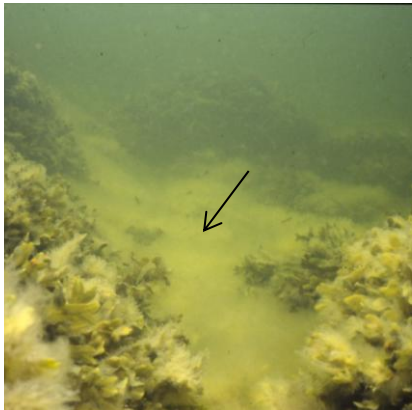
## Lettiruskolevä (*Pilayella littoralis*)

Lettiruskolevä esiintyy kaikilla rannoilla suojaisesta avoimeen saaristoon. Se muodostaa tiheän vyöhykkeen muutaman kymmenen sentin syvyydeltä noin 4 metrin syvyydelle. Lettiruskolevä esiintyy pääosin huhtikuun alusta toukokuun puoleenväliin, vaikkakin sitä tavataan koko vuoden. Lajin runsaus on sidoksissa veden ravinnetilanteeseen. Mitä enemmän ravinteita, sitä pidemmäksi sekovarsi kasvaa. Kasvustojen peittävyudet ovat yleensä lähes 100 %. Lettiruskolevä ottaa kasvuun tarvitsemansa ravinteet suoraan vesipatsaasta. Jos ravinteita on runsaasti sekovarsi voi kasvaa useiden kymmenien senttimetrien pituiseksi. Veden liike kuitenkin katkaisee pitkän sekovarren. Katkenneet varret kasautuvat virtojen vaikutuksesta ja muodostavat levälauttoja. Lettiruskolevä hyötyy meren rehevöitymisestä. Lajin nimi tulee siitä kun useampi rihmamainen sekovarsi letittyy kierteelle antaen vaikutelman yhdestä paksusta sekovarresta.



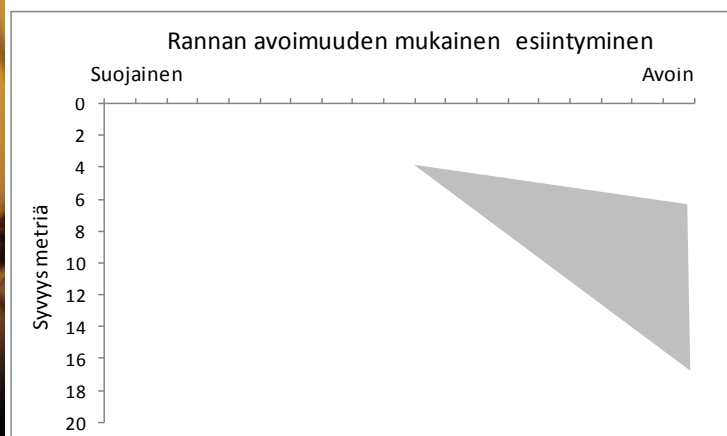
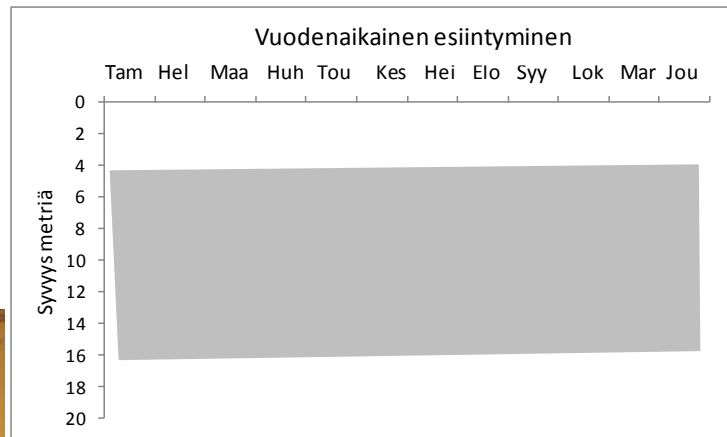
## Pilviruskolevä (*Ectocarpus siliculosus*)

Pilviruskolevä esiintyy kaikilla rannoilla suojaisesta avoimeen saaristoon, mutta yleisemmin avoimemmassa saaristossa. Se muodostaa tiheän vyöhykkeen noin 2-8 metrin syvyydelle. Pilviruskolevä esiintyy kesäkuun alusta elokuun puoleen väliin. Sen runsaus on sidoksissa veden ravinnetilanteeseen. Mitä enemmän ravinteita, sitä pidemmäksi sekovarsi kasvaa. Kasvustojen peittävydet ovat yleensä lähes 100%. Pilviruskolevä ottaa kasvuunsa tarvitsemat ravinteet suoraan vesipatsaasta. Jos ravinteita on runsaasti sekovarsi voi kasvaa useiden kymmenien senttimetrien pituiseksi. Veden liike kuitenkin katkaisee pitkän sekovarren. Katkenneet varret kasautuvat virtojen vaikutuksesta ja muodostavat levälautoja. Pilviruskolevä hyötyy meren rehevöitymisestä. Lajin nimi tulee sen pilvimäisestä siluettista.



## Karvasuti –suku (*Sphacelaria arctica*)

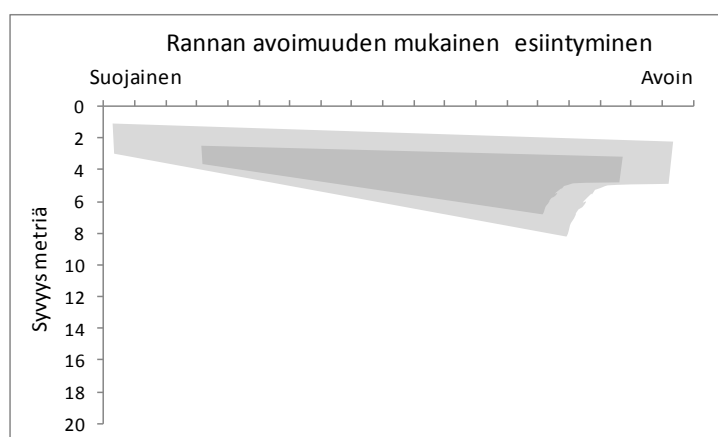
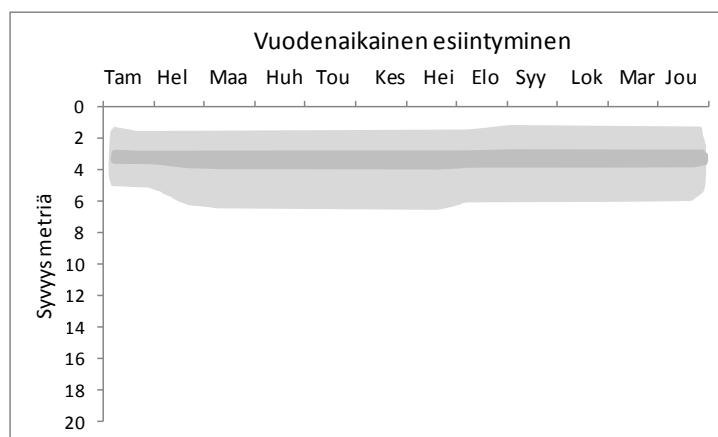
Karvasuti esiintyy pääosin avoimilla rannoilla. Karvasuti on monivuotinen laji ja se muodostaa yhtenäisen vyöhykkeen noin 6-14 metrin syvyydelle. Se on yleensä noin 1-2 cm mittainen. Karvasudin ekologiasta tiedetään suhteellisen vähän, vaikka se on usealla rannalla yleinen ja syvimmälle levittäytyvä laji.





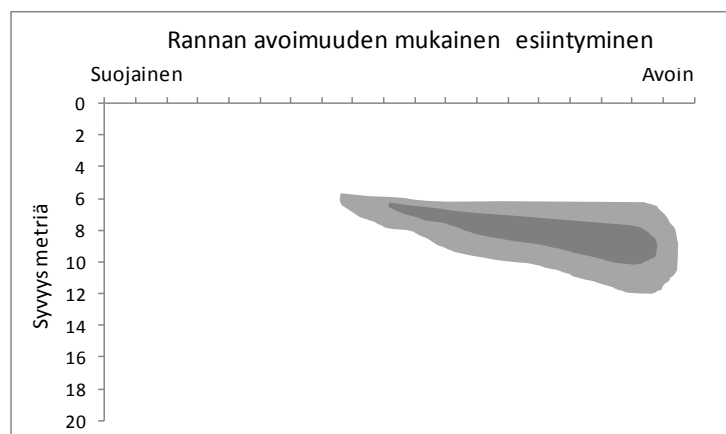
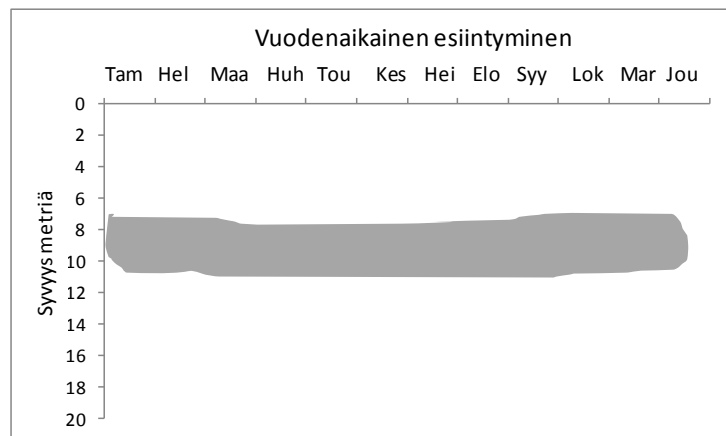
## Rakkolevä (*Fucus vesiculosus*)

Rakkolevä esiintyy pääosin avoimilla ja puoliavoimilla rannoilla. Suojaisilta rannoilta sitä saattaa löytyä yksittäisinä yksilöinä. Rakkolevä on monivuotinen laji ja se muodostaa yhtenäisen vyöhykkeen noin 1 - 5 metrin syvyydelle. Vyöhyke voi olla tiheä ja ulottua noin 5 metrin syvyyteen ulkosaaristossa, mutta on harvempi ja ulottuu matalammalle suojaisemmassa saaristossa. Rakkolevä kasvaa aallokolle alttiilla rannalla keskimäärin 25 cm korkuiseksi, mutta suojaisalla rannalla sen korkeus voi olla jopa metri. Rakkolevä on alkujaan mereinen laji. Se muodostaa Atlantin rannoilla kapean vyöhykkeen vuorovesirajan yläosaan. Itämeressä rakkolevä on sopeutunut matalaan suolapitoisuuteen, ja on yksi rannikkomme avain luontotyypeistä. Rakkolevävyöhyke ylläpitää monimuotoisuutta ja se on monien kalalajien ja selkärangattomien elinympäristö. Meren rehevöitymisen on todennettu haittaavan rakkolevävyöhykkeen esiintymistä.



## Liuskepunallevä (*Phyllophora pseudoceranoides*)

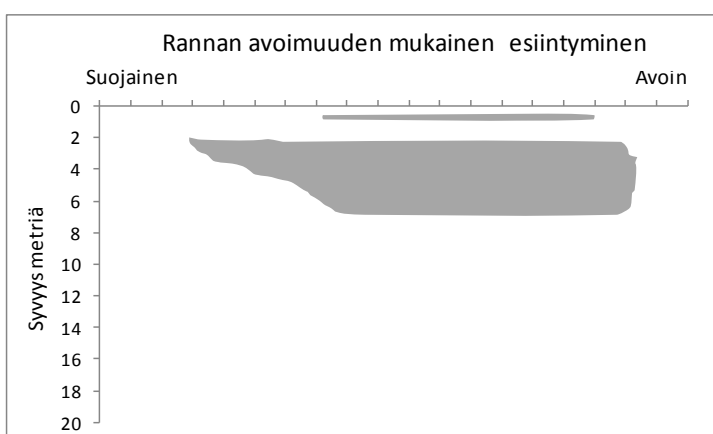
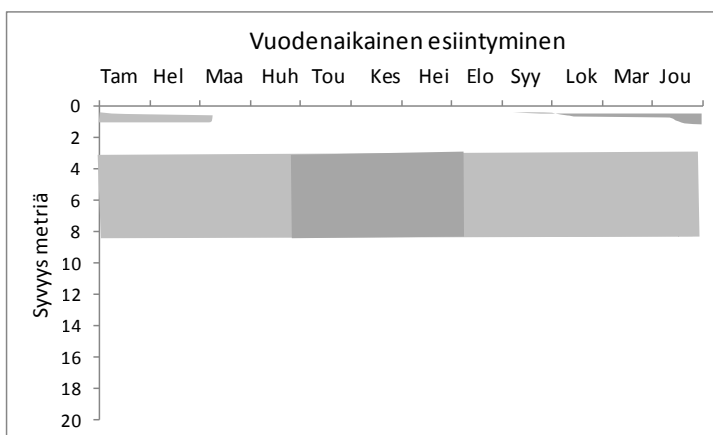
Liuskepunallevä esiintyy avoimilla rannoilla. Se on monivuotinen laji ja muodostaa vyöhykkeen noin 7-15 metrin syvyydelle. Vyöhyke on yleensä noin 5-7 cm korkuinen pensasmainen kasvusto. Liuskepunallevä on läntisellä alueella syvimmälle ulottuva levä. Liuskepunallevä kärsii meren rehevöitymisestä.





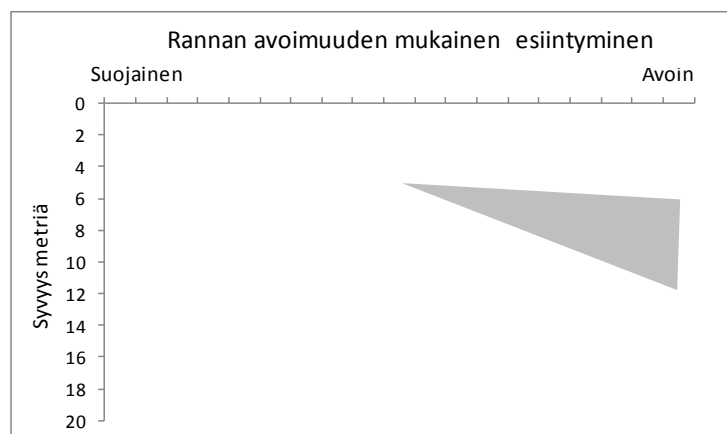
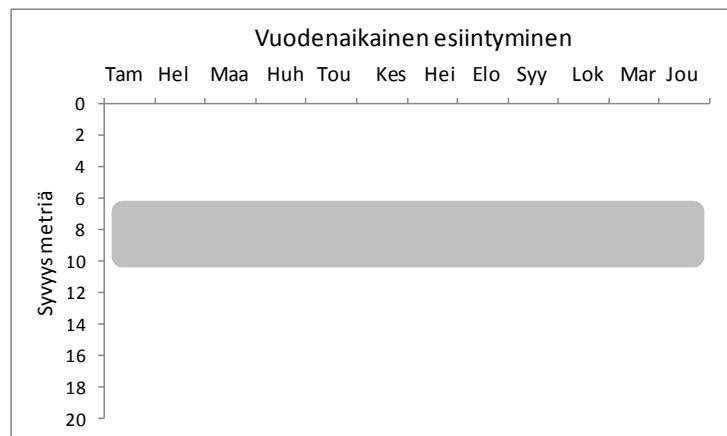
## Punahelmilevä (*Ceramium tenuicorne*)

Punahelmilevä esiintyy pääosin avoimilla rannoilla, mutta sitä saattaa löytyä myös puoliavoimilta rannoilta. Punahelmilevä muodostaa pysyvän vyöhykkeen noin 5-8 metrin syvyydelle alkaen heti rakkolevävyöhykkeen alapuolelta. Punahelmilevän pituus on keskimäärin 5 cm, mutta yli 10 cm sekovarsiakin esiintyy. Laji on kaksivuotinen. Uusi sukupolvi aloittaa kasvunsa kesäkuun tienoilla jolloin talvehtineet yksilöt ja uudet yksilöt esiintyvät rinnakkain. Punahelmilevä muodostaa toisen vyöhykkeen noin puolen metrin syvyyteen talven aikana. Tämä vyöhyke katoaa yleensä maaliskuuhun mennessä. Nämä yksilöt kasvavat harvoin paria senttimetriä korkeammiksi.



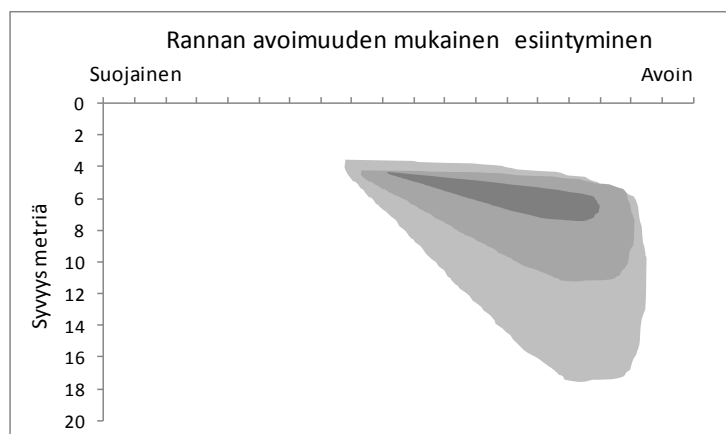
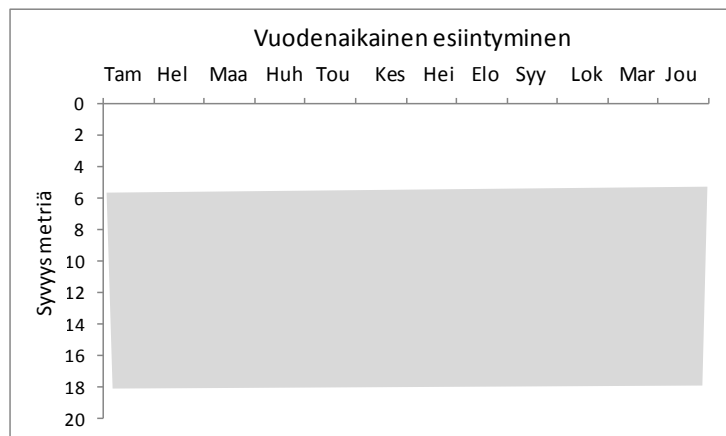
## Mustaluulevä (*Polysiphonia fucooides*)

Mustaluulevä esiintyy pääosin avoimilla rannoilla, mutta sitä saattaa löytyä myös puoliavoimilta rannoilta. Se on monivuotinen laji ja muodostaa vyöhykkeen noin 7-10 metrin syvyydelle. Mustaluulevä kasvaa yleensä noin 5-7 cm pituiseksi. Mustaluulevä kärsii meren rehevöitymisestä.



## Haarukkalevä (*Furcellaria lumbricalis*)

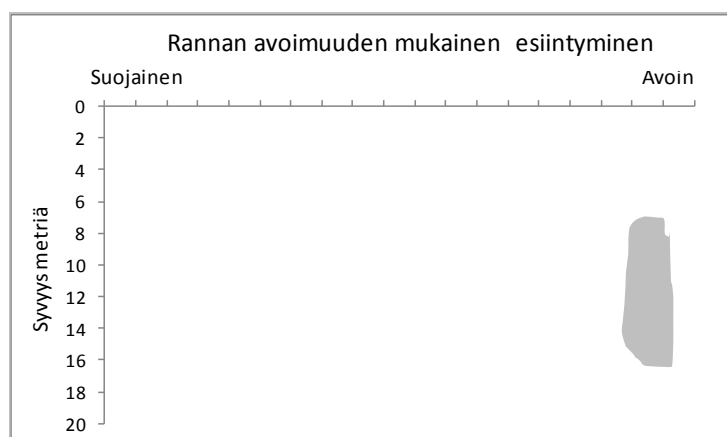
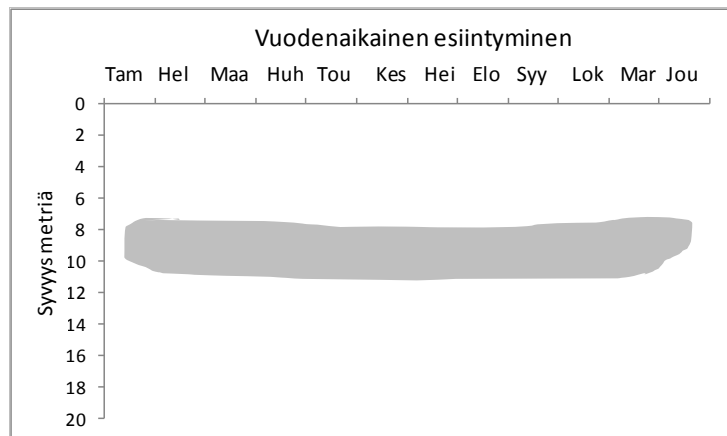
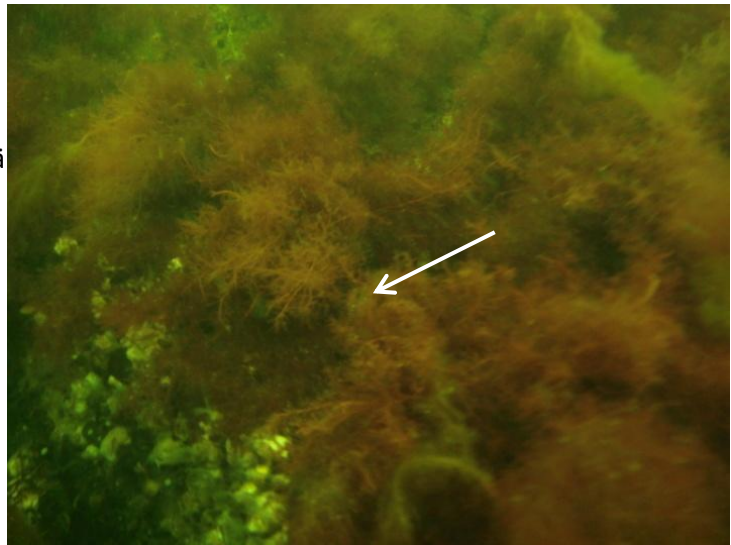
Haarukkalevä esiintyy pääosin avoimilla rannoilla, mutta sitä saattaa löytyä myös puoliavoimilta rannoilta. Haarukkalevä on monivuotinen laji ja muodostaa vyöhykkeen noin 5 - 15 metrin syvyydelle alkaen heti rakkolevävyöhykkeen alapuolelta. Sen pituus on esiintymisalueensa matalassa osassa noin 10 cm, syvemmässä osassa se on parin senttimetrin pituinen. Haarukkalevä on läntisen Suomenlahden alueella yksi syvimmälle ulottuvista levistä.





## Takkupunahuiska (*Rhodomela confervoides*)

Takkupunahuiska esiintyy pääasiassa avoimilla rannoilla. Se on monivuotinen laji ja muodostaa vyöhykkeen noin 7-10 metrin syvyydelle, mutta ulkosaaristosta sitä saattaa löytyä huomattavasti syvemmältäkin. Takkupunahuiska on yleensä noin 10 cm pituinen. Takkupunahuiska kärsii meren rehevöitymisestä.



Julkaisusarjan nimi ja numero Raportteja 100/2016				
Vastuualue Ympäristö ja luonnonvarat				
Tekijät Ari Ruuskanen		Julkaisuaika 11 2016		
		Kustantaja   Julkaisija Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus		
		Hankkeen rahoittaja   toimeksiantaja Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus		
Julkaisun nimi <b>Makrolevien esiintyminen ja seuranta Uudenmaan rannikkovesillä</b> Valtakunnallisen makrofyyttiseurannan kuvaus ja toteutus Uudellamaalla 1993–2016				
Tiivistelmä <p>Tässä raportissa kuvaillaan valtakunnallista makrofyyttiseurantaa ja sen tuloksia Uudenmaan rannikkovesillä vuosina 1993-2016. Makrofyyttiseurannalla tarkoitetaan rannikkovesien rantavyöhykkeessä esiintyvien makrolevien ja niiden muodostamien levävyöhykkeiden systemaattista seurantaa määrättyllä menetelmällä. Rantavyöhykkeellä tarkoitetaan vedenalaista pohjaa, joka ulottuu veden pinnasta siihen syvyyteen, jossa vesikasvillisuutta esiintyy syvimmillään.</p> <p>Raportti koostuu kolmesta osasta ja liitteestä. Osat ovat itsenäisiä, mutta edellisen osan sisällön ymmärtäminen auttaa hahmottamaan seuraavan osan sisältöä paremmin. Ensimmäisessä osassa kuvaillaan makrofyyttejä, erityisesti makroleviä, sekä niiden esiintymistä ja elinympäristöä. Pääpaino on makrofyyttilajiston ja niiden muodostamien vyöhykkeiden sekä näihin vaikuttavien ympäristötekijöiden kuvailussa. Toisessa osassa selostetaan makrofyyttiseurannan tarkoitus ja kuvataan valtakunnallisen makrofyyttiseurannan menetelmät ja niiden käyttö. Seuranta-aineistoa käytetään mm. rannikkovesien monimuotoisuuden ja luontoarvojen sekä ekologisen tilan kuvaamiseen ja vesienhoitokausien tilatavoitteiden määrittämiseen. Kolmannessa osassa kuvaillaan seuranta-aineiston jalostusmahdollisuuksia ja siinä huomioitavia asioita. Aineiston jalostuksen tarkoituksena on kuvailla rantavyöhykkeen tilaa tai arvioida ihmistoinnin vaikutuksia rantavyöhykkeeseen. Seuranta-aineiston käyttömahdollisuuksia esitellään kahden esimerkin avulla. Ensimmäisessä esimerkissä tarkastellaan Uudenmaan rannikkovesien makrolevien pitkäaikaisen, ns. rannikkovesien luontaisen tilan kehitystä ja toisessa esimerkissä vesien yhdyskuntakäytön eli ihmisen aiheuttaman pistemäisen paineen vaikutusta makroleväyhteisöihin. Liitteesä kuvaillaan yleisimpien makrolevälajien ekologiaa.</p> <p>Raportissa esitetyt kuvaukset perustuvat Uudenmaan ELY-keskuksen seuranta-aineiston perusteella jalostettuun tietoon, ja ovat tässä mielessä rajattuja: kuvausten soveltaminen muille rannikkovesille vaatii paikallisten olosuhteiden huomioimista. Raportti on kooste eri lähteistä useammalta vuodelta kerätystä materiaalista, mistä syystä mm. levien lajinimistössä esiintyy vaihtelua. Lähdeluettelossa on esitetty aiheeseen liittyvää kirjallisuutta.</p>				
Asiasanat (YSA:n mukaan) Bioindikaattorit, ekologia, ekologinen tila, rannikkovedet, rantavyöhykkeet, Suomenlahti, vesikasvillisuus, ympäristön tila.				
ISBN (painettu)	ISBN (PDF)	ISSN-L	ISSN (painettu)	ISSN (verkkojulkaisu)
	978-952-314-526-9	2242-2846		2242-2854
www		URN	Kieli	Sivumäärä
www.doria.fi/ely-keskus		URN:ISBN:978-952-314-526-9	Suomi	66
Julkaisun myynti/jakaja				

## PRESENTATIONSBLAD

Publikationens serie och nummer Rapporter 100/2016				
Ansvarsområde Miljö och naturresurser				
Författare Ari Ruuskanen		Publiceringsdatum 11 2016		
		Utgivare   Förläggare Närings-, trafik- och miljöcentralen i Nyland		
		Projektets finansiär   uppdragsgivare Närings-, trafik- och miljöcentralen i Nyland		
Publikationens titel <b>Makrolevien esiintyminen ja seuranta Uudenmaan rannikkovesillä</b> Valtakunnallisen makrofyyttiseurannan kuvaus ja toteutus Uudellamaalla 1993–2016 (Uppföljningen av makroalger längs kusten i Nyland)				
Sammandrag Uppföljningen av makroalger längs kusten i Nyland  I rapporten presenteras den nationella uppföljningen av vattenväxter, makrofyter, längs kusten och uppföljningsresultaten från Nyland 1993-2016. Med makrofytuppföljning avses en systematisk och metodisk uppföljning av makrofyter och de algbälten som de bildar i strandzonen. Med strandzon avses den del av havsbotten som sträcker sig från vattenytan ner till det största djup där makrofyter förekommer.  Rapporten består av tre delar inkl bilagor. Delarna kan läsas var för sig, men det kan vara lättare att förstå del II och III om man har läst del I resp. II. I den första delen presenteras de makrofyter, särskilt de makroalger som förekommer i Nyland, deras utbredning och livsmiljö. Tonvikten har lagts vid artsammansättningen, zonereringen och avgörande miljöfaktorer. Den andra delen av rapporten beskriver varför och hur makrofytterna följs upp och hur resultaten utnyttjas. Uppföljningsresultaten ger information om mångfalden och naturvärdena i våra kustvatten, inom vattenvården utgör de en viktig parameter för att bestämma det ekologiska tillståndet i kustvattnen och se förändringar i tid. Den tredje rapportdelen behandlar olika sätt att bearbeta och utvärdera uppföljningsresultaten och vad som då bör beaktas för att kunna utnyttja resultaten, som att bedöma tillståndet i strandzonen eller uppskatta hur mycket vi människor påverkar den. Rapporten belyser resultatförändringen med två exempel. Det första visar naturliga förändringar i makrofytensammansättningen i Nyland och det andra hur punktutsläpp påverkar makrofytensamhället. Information om de allmänaste makrofytarternas ekologi ges i bilagorna.  Rapporten bygger på uppföljningsresultat från Nyland. Alla exempel och beskrivningar som ges gäller lokala förhållanden och kan inte som sådana tillämpas på andra platser, för i all resultatutvärdering måste de lokala förhållandena beaktas. Uppföljningsmaterialet har samlats in under många år, vilket är orsaken bl a till variationen i artnamnen. I källförteckningen ingår publikationer om makrofyter				
Nyckelord (enligt Allärs) Bioindikatorer, ekologi, ekologiskt tillstånd, Finska viken, kustvatten, miljöns tillstånd, strandzoner, vattenvegetation.				
ISBN (tryckt)	ISBN (PDF) 978-952-314-526-9	ISSN-L 2242-2846	ISSN (tryckt)	ISSN (webbpublikation) 2242-2854
WWW www.doria.fi/ely-keskus		URN URN:ISBN:978-952-314-526-9		Språk Finsk
Sidantal 66				
Beställningar				
Förläggningsort och datum			Tryckeri	





Tässä raportissa on kuvattu valtakunnallista makrofyyttiseurantaa käyttäen esimerkkinä Uudenmaan ELY-keskuksen Uudenmaan rannikkovesien seuranta-aineistoa vuosilta 1993-2016.

Makrofyyttiseurannalla tarkoitetaan rannikkovesien rantavyöhykkeessä esiintyvien makrolevien ja niiden muodostamien levävyöhykkeiden systemaattista seurantaa määrätyllä menetelmällä.

Raportissa kuvataan makrofyyttejä, niiden esiintymistä ja elinympäristöä, makrofyyttiseurannan tarkoitusta ja menetelmiä sekä seuranta-aineiston jalostusmahdollisuuksia. Makrofyyttiseurannan tulosten avulla on mahdollista kuvailla rantavyöhykkeen tilaa tai arvioida ihmistoiminnan vaikutuksia rantavyöhykkeeseen.

**RAPORTEJA 100 2016**  
**MAKROLEVIEN ESIINTYMINEN JA SEURANTA UUDENMAAN**  
**RANNIKKOVESILLÄ - VALTAKUNNALLISEN MAKROFYTTI-**  
**SEURANNAN KUVAUS JA TOTEUTUS**  
**UUDELLAMAALLA 1993–2016**

Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

ISBN 978-952-314-526-9 (PDF)

ISSN-L 2242-2846  
ISSN 2242-2854 (verkkojulkaisu)

URN:ISBN:978-952-314-526-9

[www.doria.fi/ely-keskus](http://www.doria.fi/ely-keskus) | [www.ely-keskus.fi](http://www.ely-keskus.fi)